消費者安全法第23条第１項に基づく
事故等原因調査報告書

家庭用ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動により不眠等の健康症状が発生したとの申出事案

平成26年12月19日

消費者安全調査委員会

本報告書の調査は、消費者安全法第23条第１項に基づき、消費者安全調査委員会により、生命身体に係る消費者被害の発生又は拡大の防止を図るため事故の発生原因や被害の原因を究明することを目的に、消費者安全の確保の見地から調査したものである。

なお、消費者安全調査委員会による調査又は評価は、事故の責任を問うために行うものではない。

消 費 者 安 全 調 査 委 員 会

委 員 長　　畑 村　　洋 太 郎

消費者安全調査委員会による事故等原因調査等

消費者安全調査委員会[1]（以下「調査委員会」という。）は、消費者安全法に基づき、生命又は身体の被害に係る消費者事故等の原因及びその事故による被害発生の原因を究明し、同種又は類似の事故等の再発・拡大防止や被害の軽減のために講ずべき施策又は措置について、勧告又は意見具申することを任務としている。

調査委員会の調査対象とし得る事故等は、運輸安全委員会が調査対象とする事故等を除く生命又は身体の被害に係る消費者事故等である。ここには、食品、製品、施設、役務といった広い範囲の消費者に身近な消費生活上の事故等が含まれるが、調査委員会はこれらの中から生命身体被害の発生又は拡大の防止を図るために当該事故等の原因を究明することが必要であると認めるものを選定して、原因究明を行う。

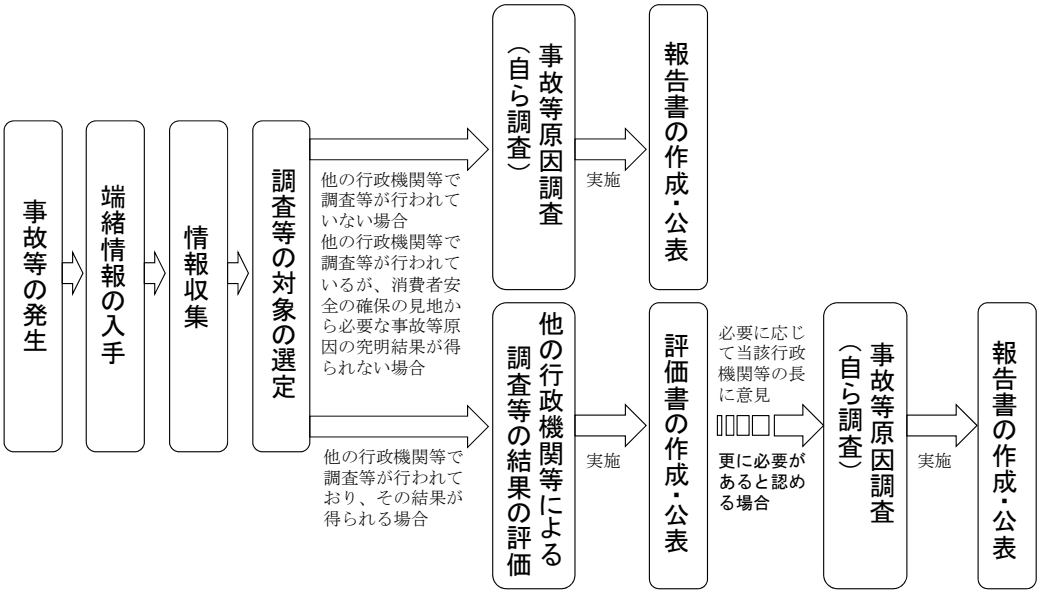
調査委員会は選定した事故等について、事故等原因調査（以下「自ら調査」という。）を行う。ただし、既に他の行政機関等が調査等を行っており、これらの調査等で必要な原因究明ができると考えられる場合には、調査委員会はその調査結果を活用することにより当該事故等の原因を究明する。これを、「他の行政機関等による調査等の結果の評価（以下「評価」という。）」という。

この評価は、調査委員会が消費者の安全を確保するという見地から行うものであり、他の行政機関等が行う調査等とは、目的や視点が異なる場合がある。このため、評価の結果、調査委員会が、消費者安全の確保の見地から当該事故等の原因を究明するために必要な事項について、更なる解明が必要であると判断する場合には、調査等に関する事務を担当する行政機関等に対し、原因の究明に関する意見を述べ、又は、調査委員会が、これら必要な事項を解明するため自ら調査を行う。

上記の自ら調査と評価を合わせて事故等原因調査等というが、その流れの概略は次のページの図のとおりである。

[1] 消費者安全調査委員会：消費者安全法（平成 21 年法律第 50 号）の改正により平成 24 年 10 月 1 日、消費者庁に設置。

図　消費者安全調査委員会における事故等原因調査等の流れ



＜参照条文＞

○消費者安全法（平成21年法律第50号）〔抄〕

（事故等原因調査）

第23条　調査委員会は、生命身体事故等が発生した場合において、生命身体被害の発生又は拡大の防止（生命身体事故等による被害の拡大又は当該生命身体事故等と同種若しくは類似の生命身体事故等の発生の防止をいう。以下同じ。）を図るため当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明することが必要であると認めるときは、事故等原因調査を行うものとする。ただし、当該生命身体事故等について、消費者安全の確保の見地から必要な事故等原因を究明することができると思料する他の行政機関等による調査等の結果を得た場合又は得ることが見込まれる場合においては、この限りでない。

２～５　（略）

（他の行政機関等による調査等の結果の評価等）

第24条　調査委員会は、生命身体事故等が発生した場合において、生命身体被害の発生又は拡大の防止を図るため当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明することが必要であると認める場合において、前条第一項ただし書に規定する他の行政機関等による調査等の結果を得たときは、その評価を行うものとする。

２　調査委員会は、前項の評価の結果、消費者安全の確保の見地から必要があると認めるときは、当該他の行政機関等による調査等に関する事務を所掌する行政機関の長に対し、当該生命身体事故等に係る事故等原因の究明に関し意見を述べることができる。

３　調査委員会は、第一項の評価の結果、更に調査委員会が消費者安全の確保の見地から当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明するために調査を行う必要があると認めるときは、事故等原因調査を行うものとする。

４　第一項の他の行政機関等による調査等に関する事務を所掌する行政機関の長は、当該他の行政機関等による調査等に関して調査委員会の意見を聴くことができる。

家庭用ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動により不眠等の健康症状が発生したとの申出事案に係る報告書

消費者安全調査委員会

委員長	畑村 洋太郎
委員長代理	持丸 正明
委員	朝見 行弘
委員	岡本 満喜子
委員	河村 真紀子
委員	中川 丈久
委員	松永 佳世子

（平成26年９月30日まで）

委員長	畑村 洋太郎
委員長代理	松岡 猛
委員	片山 登志子
委員	澁谷 いづみ
委員	中川 丈久
委員	細田 聡
委員	松永 佳世子

本報告書は、担当専門委員による調査、工学等事故調査部会における調査・審議を経て、消費者安全調査委員会で決定された。

工学等事故調査部会

部会長	持丸正明
部会長代理	岡本満喜子
臨時委員	小川武史
臨時委員	小林美智子
臨時委員	東畠弘子
臨時委員	淵上正朗
臨時委員	松尾亜紀子
臨時委員	松岡猛

担当専門委員	佐藤敏彦
担当専門委員	清水亮
担当専門委員	松本浩司

（平成26年9月30日まで）

部会長	松岡猛
部会長代理	細田聡
臨時委員	安部誠治
臨時委員	小川武史
臨時委員	小林美智子
臨時委員	東畠弘子
臨時委員	淵上正朗
臨時委員	松尾亜紀子
臨時委員	持丸正明
専門委員	河村真紀子

≪参 考≫

本報告書本文中に用いる用語の取扱いについて

本報告書の本文中における記述に用いる用語の使い方は、次のとおりとする。

① 断定できる場合
・・・「認められる」

② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」

③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」

④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

目次

要　旨 1
１　事案の概要 4
２　事故等原因調査の経過 5
　２．１　選定理由 5
　２．２　調査体制 5
　２．３　調査委員会の実施経過 6
　２．４　原因関係者からの意見聴取 6
３　事実情報等 7
　３．１　ヒートポンプ給湯機と運転音 7
　３．２　音の伝わり方 9
　３．３　音に対する知覚と不快感 12
　３．４　低周波音に関する問題の状況 15
　３．５　制度の状況 18
　３．６　製造事業者等による騒音抑制への取組 20
４　調査（分析） 22
　４．１　発症者への聞取り等調査 22
　　４．１．１　本件事案の詳細情報 22
　　４．１．２　類似事案に関する聞取り等調査 23
　　４．１．３　製造事業者や地方公共団体への相談 33
　　４．１．４　改善事例 33
　　４．１．５　発症者への聞取り等調査のまとめ 34
　４．２　音特性等実測調査 36
　　４．２．１　音実測調査 36
　　４．２．２　申出者宅内の定在波調査 42
　　４．２．３　本件事案のヒートポンプ給湯機を用いた季節による運転音の変化について 45
　　４．２．４　類似事案の音実測調査 47
　　４．２．５　音特性等実測調査のまとめ 53
　４．３　聴感調査 54
　　４．３．１　概要 54
　　４．３．２　調査結果の概要 54
　　４．３．３　聴感調査のまとめ 58

４．４　アンケート調査 58
４．４．１　調査方法 59
４．４．２　調査結果の概要 59
４．５　据付けガイドブックの認知率調査 60
５　結論 61
５．１　ヒートポンプ給湯機と健康症状の関連について 61
５．２　健康症状の発生に影響する可能性がある因子について 62
５．３　健康症状が発生した場合の問題の解決について 64
６　リスク低減策 65
７　意見 68

参　考　資　料

要　旨

調査対象とした事案は、群馬県において家庭用ヒートポンプ給湯機（以下「ヒートポンプ給湯機」という。）から生じる運転音・振動により不眠等の健康症状[2]が発生したとの申出事案（以下「本件事案」という。）である。

＜事案の概要＞

群馬県に在住するＡ氏（50歳代男性）は、平成21年２月頃、不眠、頭痛、めまい、吐き気等を発症した。その後、同年５月頃、Ａ氏の配偶者Ｂ氏（50歳代女性）も同じような症状を訴えた。

「これらの症状は、隣家の敷地内（自宅から約２m離れた場所）に設置されているヒートポンプ給湯機から生じる低周波音と思われる運転音・振動によるものである」として、平成24年10月、Ａ氏及びＢ氏は調査委員会に事故等原因調査等の申出を行った。

＜原因＞

本件事案については、以下の点から、ヒートポンプ給湯機の運転音が申出者の健康症状の発生に関与していると考えられる。なお、運転音に含まれる低周波音については、申出者の健康症状の発生に関与している可能性があると考えられる。

①ヒートポンプ給湯機設置当初から健康症状が現れ、また、ヒートポンプ給湯機が電気温水器に交換されてからは健康症状が治まったことから、設置と健康症状の発生との間に時間的な関連が認められたこと（４．１．１参照)。

②申出者が訴える、場所（部屋）による症状の程度の違いと、現地での音測定で得られた各場所でのヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の違いに対応関係が認められたこと。また、低周波音領域以外の音では、場所による症状の程度の違いと整合する特徴は、みられなかったこと（４．２．１参照)。

また、健康症状の発生に影響する可能性がある因子としては、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音のほか、設置状況、住宅固有の音の伝搬特性、個人因

[2] 本件事案の申出者が訴える症状と同じような症状のことをいい、具体的には、不眠、頭痛、めまい、吐き気等の症状をいう。

子があり、これらが健康症状の発生に複合的に関与している可能性が考えられる。

＜意見＞

低周波音固有の人体への影響の有無及びそのメカニズムには不明な点もあるため、現時点においては、ヒートポンプ給湯機の運転音による不眠等の健康症状の発生を根本的に防ぐ対策を示すことは困難であるが、健康症状発生のリスクをできるだけ低減するとともに、より根本的な再発防止策の検討と発症時の対応の改善を進めるため、経済産業省、環境省、消費者庁及び公害等調整委員会は以下の取組を行うべきである。

（1）リスク低減のための対策

①経済産業省は、住宅の設計・施工時における「騒音等防止を考えた家庭用ヒートポンプ給湯機の据付けガイドブック」（以下「据付けガイドブック」という。）の活用を促すため、住宅事業者や設置事業者へ据付けガイドブックの説明及び普及を促進し、適切な時期にその効果の確認を行うよう、一般社団法人日本冷凍空調工業会（以下「日本冷凍空調工業会」という。）を指導すること。

②経済産業省は、設置状況によってはヒートポンプ給湯機の運転音に起因した健康症状を訴える者が生じる可能性があることを、製品カタログに記載する等により、消費者に伝わるよう、製造事業者を指導すること。

③経済産業省は、低周波音が健康症状を発生させる可能性があることに鑑み、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の更なる低減等に向けて、製品開発を行う際に配慮するとともに、低周波音の表示の在り方について検討を行うよう、製造事業者を促すこと。

④環境省は、低周波音の人体への影響について、一層の解明に向けた研究を促進すること。

（２）健康症状の発生時の対応

⑤経済産業省は製造事業者に対して、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとする個々の事案に対応して、製造事業者が健康症状の軽減に向けたヒートポンプ給湯機に関する具体的な対策を検討し提案するとともに、その履行がなされるように取り計らうなど丁寧な対応に努めるよう、指導すること。

⑥消費者庁は、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとの苦情相談への対応方法を地方公共団体に周知すること。

⑦環境省は、現場での音の測定値が参照値以下であっても慎重な判断を要する場合があることを、一層明確に周知すること。

⑧公害等調整委員会は、紛争となった場合の地方公共団体における適切な公害苦情対応について検討を行い、地方公共団体に対して指導、助言を行うこと。

1　事案[3]の概要

群馬県に在住するＡ氏（50歳代男性）は、平成21年２月頃、不眠、頭痛、めまい、吐き気等を発症した。その後、同年５月頃、Ａ氏の配偶者Ｂ氏（50歳代女性）も同じような症状を訴えた。

「これらの症状は、隣家の敷地内（自宅から約２m離れた場所）に設置されているヒートポンプ給湯機から生じる低周波音と思われる運転音・振動によるものである。」として、平成24年10月、Ａ氏及びＢ氏は調査委員会に事故等原因調査等の申出を行った。

[3] 本件事案は消費者安全法上の「生命身体事故等」に該当するが、本報告書では「事案」と表記している。

２　事故等原因調査の経過

２．１　選定理由

本件事案は、調査委員会において、「事故等原因調査等の対象の選定指針」（平成24年10月３日消費者安全調査委員会決定）に基づき、以下の理由を総合的に勘案し事故等原因調査を行う事案として選定された。

（ａ）ヒートポンプ給湯機は、広く消費者の利用に供されており、省エネルギーの観点等から今後も普及が見込まれる（「公共性」が高い。）。

（ｂ）申出者が訴えている健康症状の程度は、自宅では夜眠れないことがあるほど深刻な状況である（「被害の程度」が重大。）。

（ｃ）ヒートポンプ給湯機が隣家に設置されている場合には、当該ヒートポンプ給湯機を申出者の一存では撤去等できない（「消費者による回避可能性」が低い。）。

２．２　調査体制

調査委員会において情報収集したところ、調査委員会に寄せられた事故等原因調査等の申出や消費者庁に寄せられた事故情報等にも、ヒートポンプ給湯機から生じる低周波音と思われる運転音・振動により不眠等の症状が発生したとされる事案が複数存在した。

一方で、低周波音とこのような健康症状との関連性については、未だ何らかの見解を示すに至っていない。

このため、調査委員会では、本件事案について、ヒートポンプ給湯機から生じる低周波音を含んだ運転音・振動と健康症状の発生との関連性を中心に調査を行うこととし、調査委員会は、医学・公衆衛生学を専門とする佐藤敏彦専門委員（青山学院大学大学院社会情報学研究科特任教授、医学博士）、環境学を専門とする清水亮専門委員（東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授）、製品事故の調査を専門とする松本浩司専門委員（独立行政法人国民生活センター商品テスト部企画管理課課長補佐）の３名を担当として指名し、工学等事故調査部会及び調査委員会で審議を行った。

２．３　調査委員会の実施経過

平成24年
10月４日　　本件事案について事故等原因調査等の申出を受付
11月６日　　第２回調査委員会で事故等原因調査を行う事案として選定
12月20日　　調査委員会第１回事故調査部会で調査計画案の説明

平成25年
１月18日　　第４回調査委員会で選定事案の公表に関し審議
３月１日　　調査委員会第３回事故調査部会で調査計画案の追加説明
８月23日　　調査委員会第９回工学等事故調査部会で経過報告
９月６日　　調査委員会第10回工学等事故調査部会で追加調査計画案の説明
10月４日　　調査委員会第11回工学等事故調査部会で経過報告案の審議・決議
10月18日　　第13回調査委員会で経過報告の審議・決議
11月７日　　調査委員会第12回工学等事故調査部会で経過報告

平成26年
１月16日　　調査委員会第14回工学等事故調査部会で経過報告
４月３日　　調査委員会第17回工学等事故調査部会で経過報告
５月15日　　調査委員会第18回工学等事故調査部会で経過報告
７月３日　　調査委員会第20回工学等事故調査部会で経過報告
７月18日　　第22回調査委員会にて経過報告
８月１日　　調査委員会第21回工学等事故調査部会で報告書素案の審議
９月４日　　調査委員会第22回工学等事故調査部会で報告書素案の審議
９月26日　　第24回調査委員会にて報告書素案の審議
10月10日　　調査委員会第23回工学等事故調査部会で報告書素案の審議
10月24日　　第25回調査委員会にて報告書素案の審議
11月６日　　調査委員会第24回工学等事故調査部会で報告書案の審議・決議
11月21日　　第26回調査委員会にて報告書案の審議
12月19日　　第27回調査委員会にて報告書の審議・決議

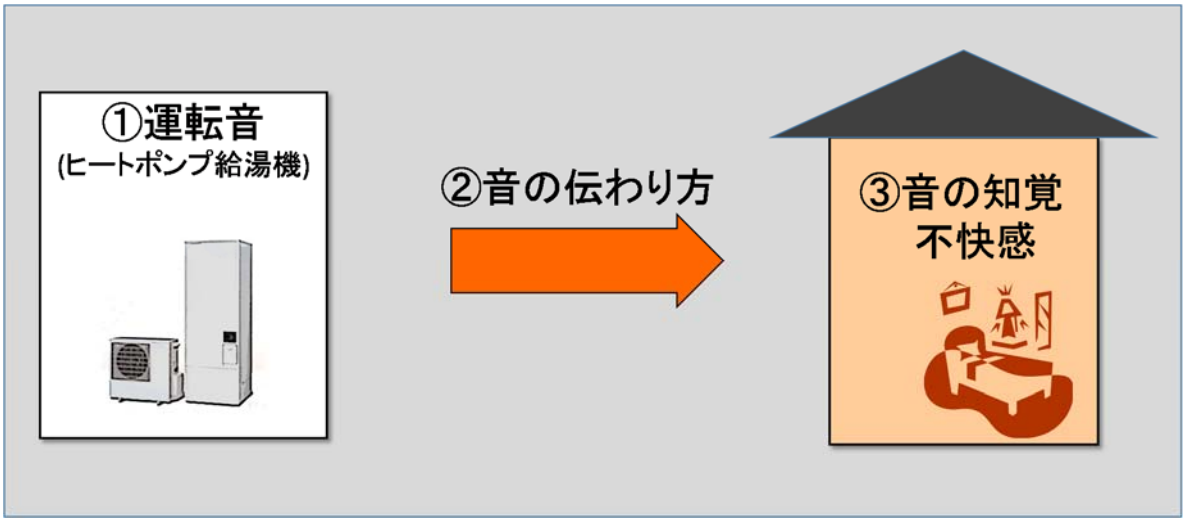
２．４　原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

3　事実情報等

本報告書では、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動と健康症状の発生との関連性を述べる。そのため、本章では、本調査の分析の視点である、①機器の稼動により運転音が発生し、②空気中を音が伝わり、③人が知覚して、不快を感じるという流れに沿って、ヒートポンプ給湯機の概要、音の性質等についての基礎的な事項を整理するとともに、低周波音に関する問題の状況や制度の状況等について述べる。

図１調査の視点



３．１　ヒートポンプ給湯機と運転音

（１）装置構成と湯の生成プロセス

ヒートポンプ給湯機は、電力消費量の平準化に有効な深夜電力を使い、また空気の熱を吸収するヒートポンプの原理を利用した給湯システムであり、熱効率がよい（使用する電気エネルギーの数倍のエネルギーの温水を作ることができる。）など高い省エネルギー性から環境への負荷も少なく、国内出荷台数は421万台[4]となっている。

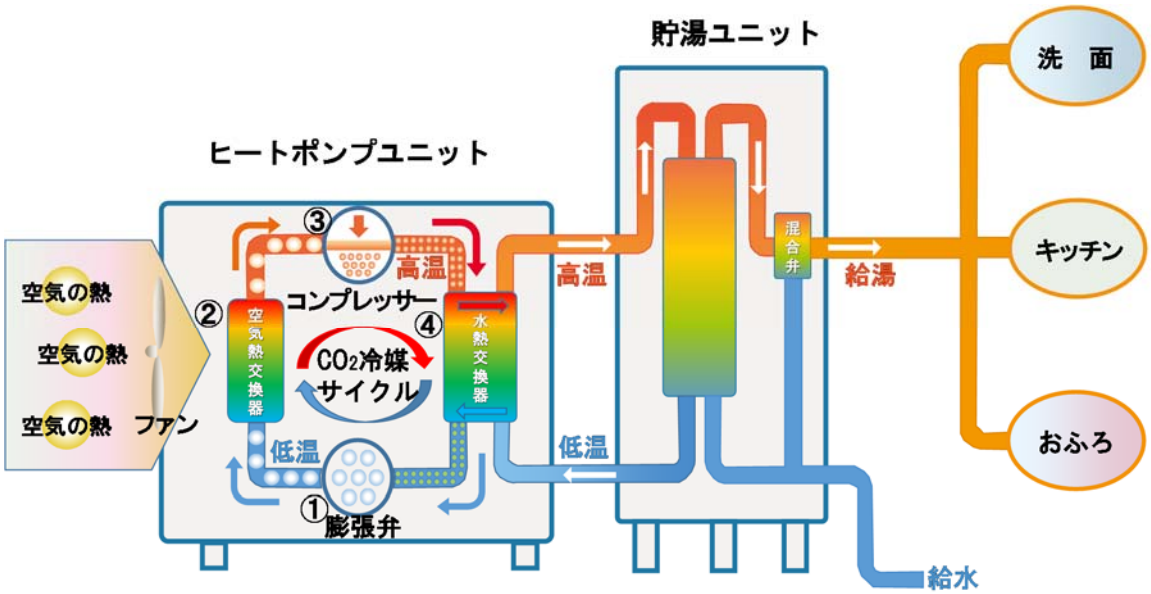
ヒートポンプ給湯機は屋外に設置され、給水した水を温めて湯を作るヒートポンプユニットと、この湯を蓄える貯湯ユニットで構成されている。

[4] 平成 26 年３月末現在、日本冷凍空調工業会調べ。

このうち、ヒートポンプユニットは、冷媒として大気中に存在する二酸化炭素（CO_2）を用い、次の①から④までを繰り返すことによって90℃程度の湯を作るものである（図２参照）。

①冷媒を膨張弁で膨張させて、低圧（低温）の冷媒にする。
②低温になった冷媒と空気との熱交換を空気熱交換器で行う。この結果、冷媒の温度が上がる。
③冷媒をコンプレッサー[5]で圧縮して、高温（高圧）の冷媒にする。
④高温になった冷媒の熱と給水した水との熱交換を水熱交換器で行い、水の温度を上げる。

図２　ヒートポンプ給湯機の概略図



出所：日本冷凍空調工業会のウェブサイト掲載の図を一部修正

（２）運転時間と運転音

ヒートポンプ給湯機は深夜電力を利用するため、一般的には午後11時から午前７時までの時間帯に稼動する。

ヒートポンプ給湯機の運転音は、主にヒートポンプユニットから生じる。ヒートポンプユニットには、コンプレッサーとファンの２つの回転する部品が搭載されており、それぞれが運転音を発生させる。ヒートポンプユニットの運転

[5] コンプレッサーとは、圧縮機のこと。ヒートポンプ給湯機では、ヒートポンプユニットの内部に設置されており、冷媒（CO_2）を圧縮し、高温にしている。

状態は供給される水温、空気熱交換器が取り込む外気温、湯の使用量等によって変化するため、発生する運転音も変化することがある。

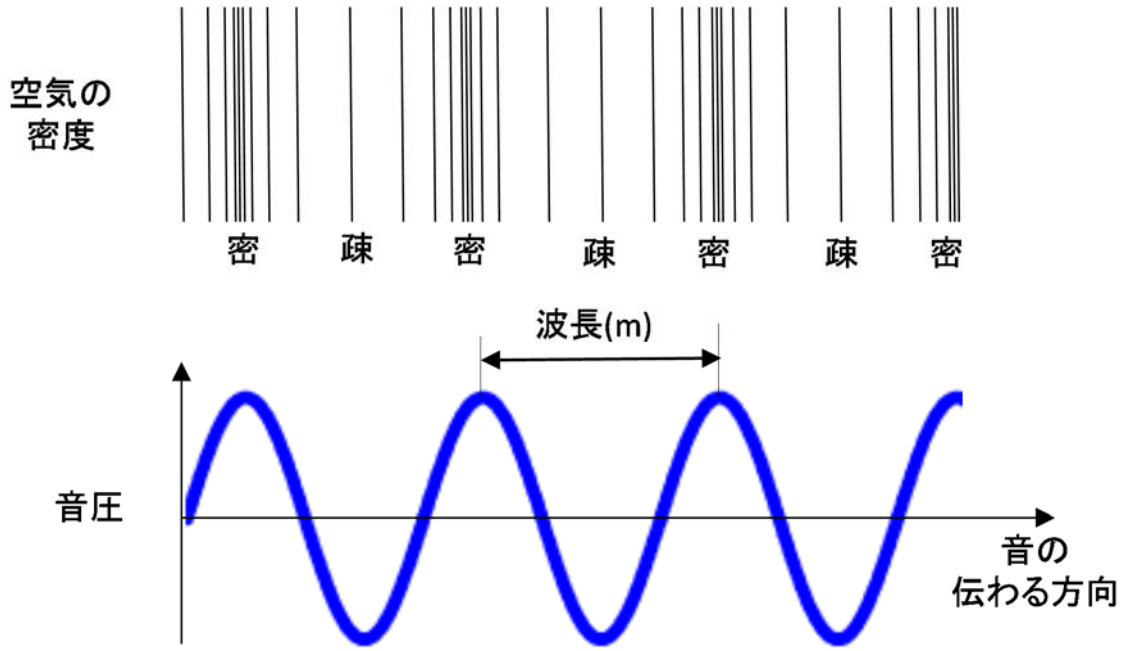
３．２　音の伝わり方

ここでは、ヒートポンプ給湯機から生じた運転音の伝わり方に関し、音の基本的性質、音の伝わり方及び住宅の音響特性としての定在波について述べる。

（１）音とは

一般に音[6]とは、空気の微小な圧力振動である。音は、一種の波（密度が「密」の領域と「疎」の領域が交互に現れる波）として、空気中を伝わり、それが人間の鼓膜を振動させることによって、人は音として知覚する。空気中を伝わる音波（音）の１つの波の長さ（「密」から「密」までの長さ）を波長という。波長の単位は、長さの単位であるメートルを用いる。

図３　音波の伝わり方と音圧



[6] 音は、実際には固体や液体中でも伝わるが、ここでは、空気中の音の伝わり方について説明した。

（２）音圧の大きさ

空気の圧力変動の大きさを音圧という。音圧が大きい時は大きな音、音圧が小さい時は小さな音として聞こえる。すなわち、図３に示すように、音圧の大小が音の大小に対応している。しかし、音圧の大きさの変化と人の聞こえる感じ方の変化とは単純比例していない。このため、音圧の大きさを表す量として音圧レベル[7]が用いられ、単位は、デシベル（dB）を用いる。

（３）音の高さと低周波音

１秒間当たりの空気の圧力振動の回数を周波数という。周波数が大きい（高い）場合は高い音、小さい（低い）場合は低い音として聞こえる。音の高さは周波数で表し、単位はヘルツ（Hz）を用いる。

身近な音に例えると、通常のドレミの「ド」にあたるド（C4）の周波数は約262Hz、ラ（A4）の周波数は440Hz[8]である。その２オクターブ下のラ（A2）は110Hz、さらに２オクターブ下のラ（A0）（ピアノの一番左の鍵盤）は27.5Hzである。なお、ピアノの一番右の鍵盤は、ド（C5）の周波数4,186Hzの音である[9]。

また、低周波音とは周波数が小さい（低い）音である[10]。低周波音は、船、飛行機、大型の自動車などのエンジン音や、真空ポンプ、ボイラー、空気圧縮機や送風機等の運転音にも含まれている。自然界の音としては、大きな滝の水が落ちる音、波が防波堤で砕ける音などに含まれている。図４は、低周波音の中で、10Hzの音、40Hzの音及び80Hzの音の圧力振動の様子を示している。

---

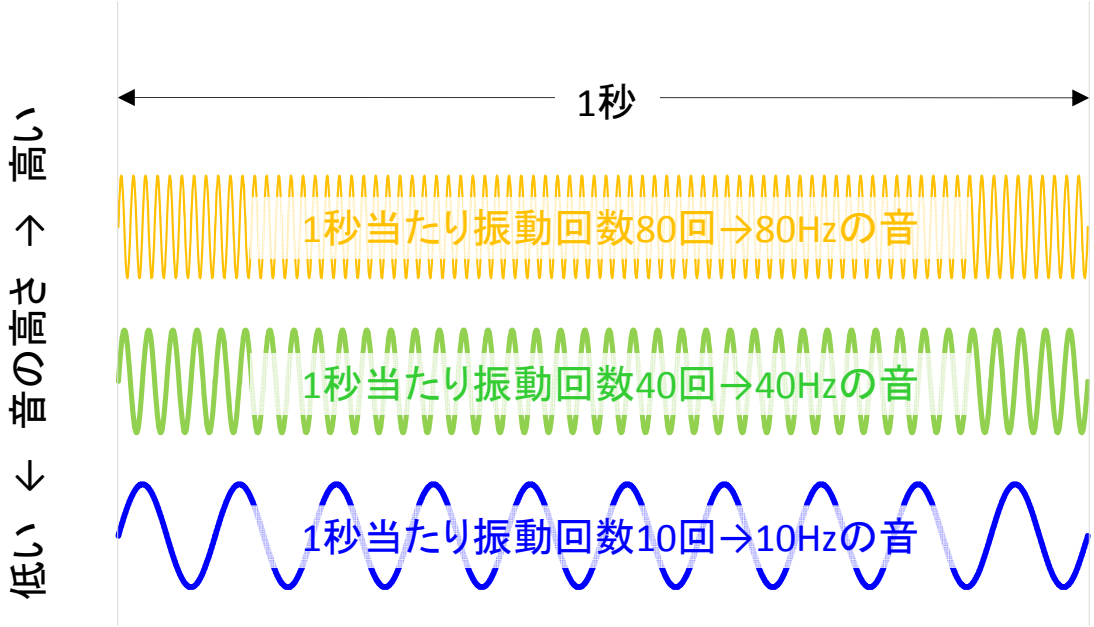
[7] 人の音の大きさに関する感じ方は、音圧の対数に比例しているとされている。また、人が感じる音の大きさを音圧で表すと広範囲にわたるため、対数変換して音圧レベルで表す。単位は、デシベル（dB）を用いる。

[8] ラ（A4）の音（周波数 440Hz）は、NHK の時報に用いられている。時報では、ラ（A4）の周波数440Hzが３回鳴り、最後に１オクターブ高い周波数880Hzのラ（A5）の音が鳴る。

[9] 図５を参照。

[10] 我が国ではおおむね１Hz～100Hz 程度の音を低周波音と呼んでいるが、この範囲は国際的に統一されているものではないため、本報告書では、１Hz～100Hz の領域に加えて、その近傍領域の 100Hz を少し超える周波数の音も含めて低周波音として取り扱っている。

図４　周波数と音の高さの関係



（４）音の伝わり方

音は、音源から遠ざかるほど減衰する。例えば、音源から音が球面状に広がっていくような場合[11]を想定すると、音源からの距離が２倍になると音の大きさは６dB減衰する。ただし、実際には、音源の大きさ、周波数、指向性、周囲の状況（反射、屈折など）、天候等により伝わり方は変化する。

低周波音の特徴として、波長が長いために、通常の高さのブロック塀などの障害物を回り込む特徴がある。また、低周波音に対する一般住宅の壁などの遮音性能は、一般騒音に比べて低いことが知られており、特に薄い窓ガラスなどは、遮音性能が低いと考えられる。

（５）住宅の音響特性と定在波

ガラスのビンに唇を当てて息を吹いたとき、そのビンの形状により特有の周波数の音が出ることが知られている。このような現象は、共鳴現象と呼ばれている。一般住宅の部屋でも同様に、部屋の寸法による固有の共鳴周波数（固有周波数）を持っている。外部から部屋に進入した音がその部屋の固有周波数

[11] 音源が点とみなせるような場合で、かつ周囲に物がないようなとき。

（基本周波数の整数倍の周波数）と一致していると、その進入した音は、天井や床によって反射された音と干渉（強め合ったり弱めあったりする。）して、部屋の中で響くことになる。あたかも部屋の中に音が居続けているように観測されるので、この固有周波数の音を定在波[12]という。例えば、１辺が3.6m程度の部屋（正方形の８畳間）の場合には、47Hzの定在波が発生すると考えられる。

３．３　音に対する知覚と不快感

（１）音圧レベルと知覚

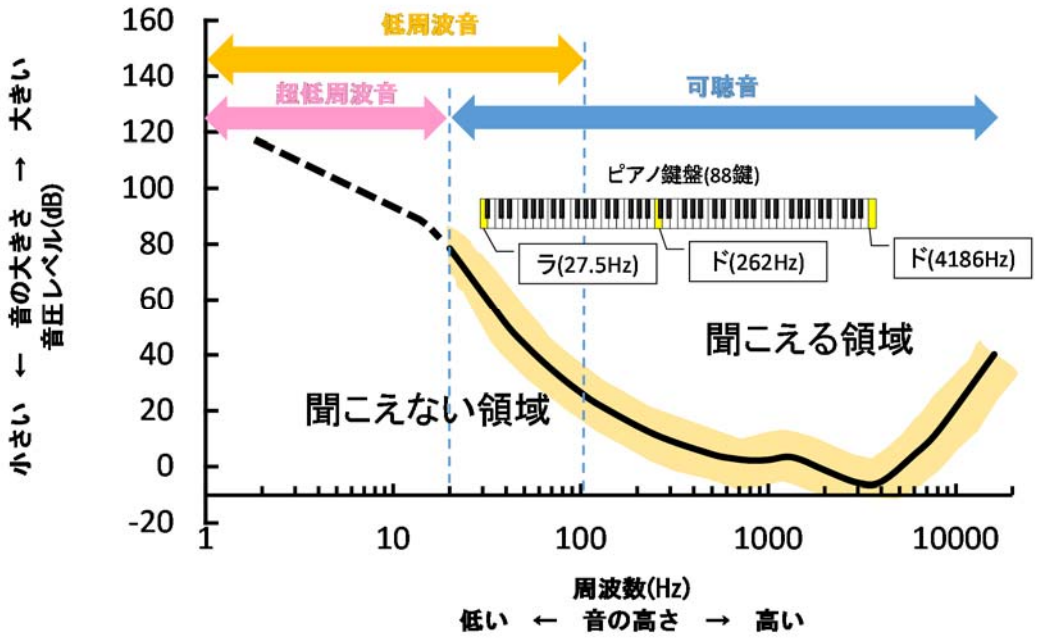
音に対する人の感度は、音の周波数によって異なる。一般に、2,500Hz～4,000Hz 付近が最もよく、それ以下ではおおむね周波数が低くなるほど感度が鈍くなるため、図５の曲線に示すように、低周波音は大きな音でないと聞こえにくくなる[13]。例えば、80Hz の音では 1,000Hz の音に比べて約 30dB（音圧では約 32 倍)、40Hz の音では約 50dB（音圧では約 316 倍）大きな音圧レベルでなければ、人は音として知覚することができない。なお、音の聞こえ方には個人差があり、同じ大きさの音でも聞こえる人と聞こえない人がいる。このため、聞こえる領域と聞こえない領域の境界線は、幅を持っていると考えられている。この境界線のことを聴覚閾値[14]と呼ぶ。

[12] 壁などの障害物までの距離と音波の波長がある条件を満たすと、音波の干渉により、定常的に存在する定在波が発生することがある。このような定在波は、部屋の大きさが、波長の半分の長さの整数倍になっている場合に発生しやすい。

[13] 人が音として知覚できる範囲は、一般的に 20Hz から 20,000Hz とされ、「可聴音」と呼ばれている。また、可聴音の周波数領域よりも低い１Hz～20Hz の音は「超低周波音」と呼ばれている（図５参照）。

[14] 図５に示す聴覚閾値は、18 歳から 25 歳までの健常者の 50%が聞こえる音圧レベル（国際規格 ISO 389-7:2005）に基づいて示した。

図５　人が音を知覚する周波数と音圧レベルの領域

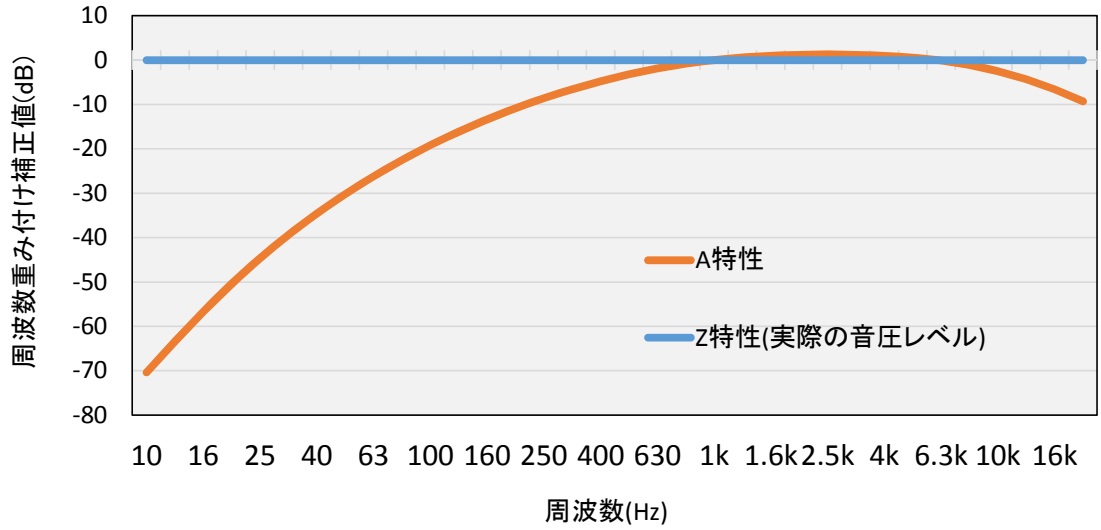


実際の音圧レベルと人の感度が周波数によって異なるという特性を踏まえ、騒音の測定では、人の感度に近くなるような補正を行った数値で評価がなされることが一般的であり、その数値を「Ａ特性音圧レベル」[15]という。この感覚補正では、実際の音圧レベルは同じであっても、人には聞こえにくい周波数ほど数値を小さくする（図６参照）。例えば、100Hzの低周波音では、実際の音圧レベルに対して－19.1dBの補正を行う。言い換えれば、図６の凸の形の補正曲線は、音に対する人の感度を模式的に示しているといえる。

通常、音は基本となる周波数の音のほか様々な音が混ざって構成されており、その全体としての音の大きさを表すために、「騒音レベル」が用いられる。騒音レベルとは、Ａ特性音圧レベルを周波数ごとに算出した後に、それらを合算して算出した、音全体の音圧レベルである。

[15] Ａ特性音圧レベルとは、人間の聴覚感度が周波数で異なっている特性を有していることから、あらかじめ人間の聴覚感度に応じた補正を行った音圧レベルのことをいう。通常はdBと記載することが多いが、本報告書では、感覚補正しない音圧レベル（Ｚ補正又は平坦特性という。）と区別するため、Ａ特性音圧レベルの単位として dBA と表記している。具体的な補正値は JIS C 1509-1:2005 による。

図６　Ａ特性及びＺ特性の周波数重み付け特性（周波数補正特性）



（２）音色と不快感

通常の音には様々な周波数の音が混在しており、これらの音の周波数と大きさなどの組合せによって、その音の「音色」が決まる。

どのような周波数の音がどの程度混ざっているかを分析する[16]と、ある周波数の音圧が極端に大きい場合があり、その周波数を「卓越周波数」と呼ぶことがある（図７参照）。また、１つの卓越周波数が特に大きい場合、「純音性が高い」という。純音性が高い音は、耳につきやすいため不快感につながり、一般的に苦情の対象になりやすいことが知られている[17]。

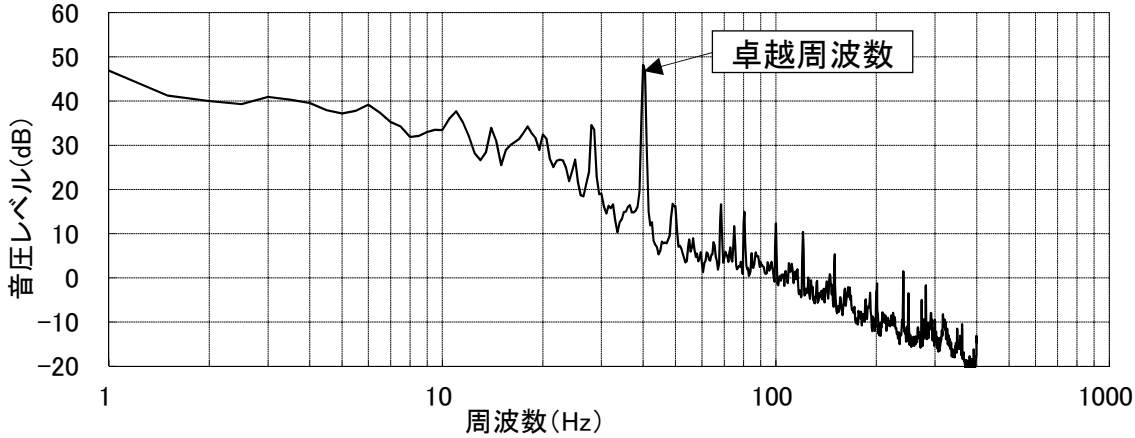
また、低周波音が健康に与える影響、健康症状の発症の条件、生理的な発症メカニズム等などについては、世界的に様々な研究が行われているが、学術的

[16] 様々な周波数の音が含まれている音を、どの周波数の音がどの程度含まれているかを分析する手法を周波数分析という。その分析結果は、横軸が周波数で縦軸が音圧レベルで示され、周波数スペクトルと呼ばれる。横軸の周波数幅をどの程度とするかによって、1/3 オクターブバンド の周波数幅での周波数分析（以下「1/3 オクターブバンド周波数分析」という。）や、更に細かい１Hz 幅の分解も可能な狭帯域高速フーリエ変換分析（以下「ＦＦＴ分析」という。）などがある。

[17] 公益社団法人日本騒音制御工学会編集「騒音制御工学ハンドブック」p385、p814 を参照。また、ISO 1996-2:2007 の付属書 C や JIS Z8731:1999 においては、純音性が高い騒音の場合には、測定された当該の騒音レベルに最大６dB の調整値を加えることが定められている。

な評価が定まっているわけではなく、不明な点も多い[18]。

図７　卓越周波数の事例



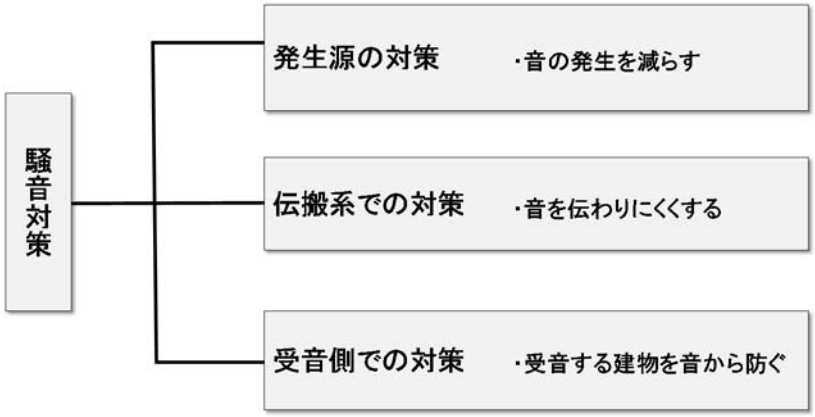
３．４　低周波音に関する問題の状況

（１）低周波騒音に対する対策

製品などの設備から生じる騒音の対策は、一般的に、発生源の対策、伝搬系での対策、受音側での対策の３つに分類される（図８参照)。低周波音は波長が長く、塀などの障害物を回り込む特徴があるため、伝搬系での対策として音を遮蔽しようとした場合は、長大な塀が必要となるなど現実的には難しい。また、受音側での対策についても、住宅の外壁では、低周波音はあまり減衰することなく進入することが知られており、低周波音に対しては、発生源に対して何らかの対策を行うことが効果的であるとされている。

[18] 中電技術コンサルタント株式会社「環境省請負業務　平成 24 年度風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務報告書」（平成 25 年３月）

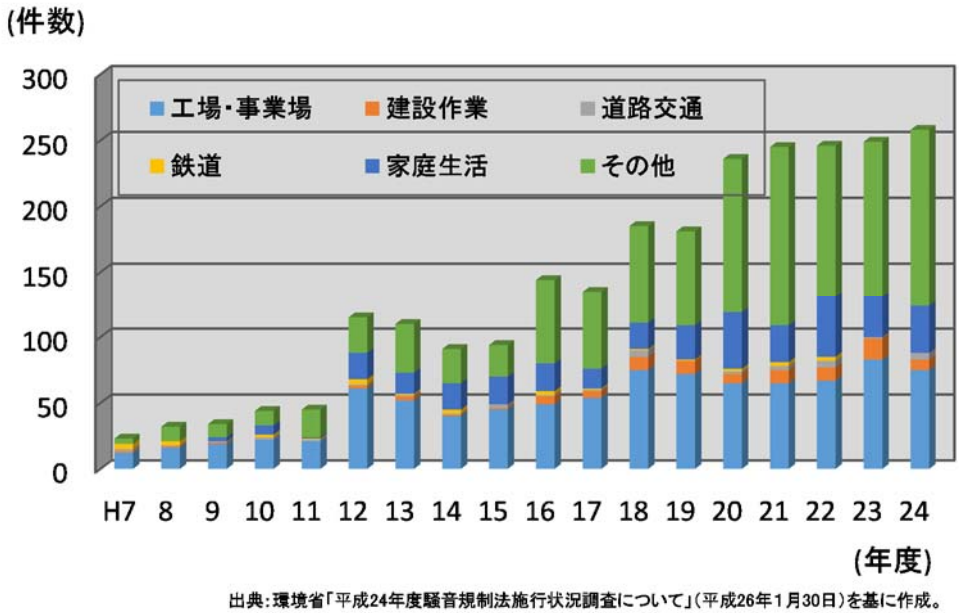
図８　騒音対策の分類



（２）低周波音騒音に係る苦情件数の推移

環境省は、都道府県等の報告に基づき、毎年度、騒音規制法（昭和43年法律第98号）の実施状況を公表している。そのうち、低周波音に関する苦情件数の推移をみると、平成20年度以降は高い水準で推移している（図９参照）。内訳の変化をみると、工場・事業場、建設作業や交通関係についての苦情には大きな変化はないが、家庭生活等に分類される苦情が増大していることが影響している。

図９　低周波音に係る苦情件数の推移

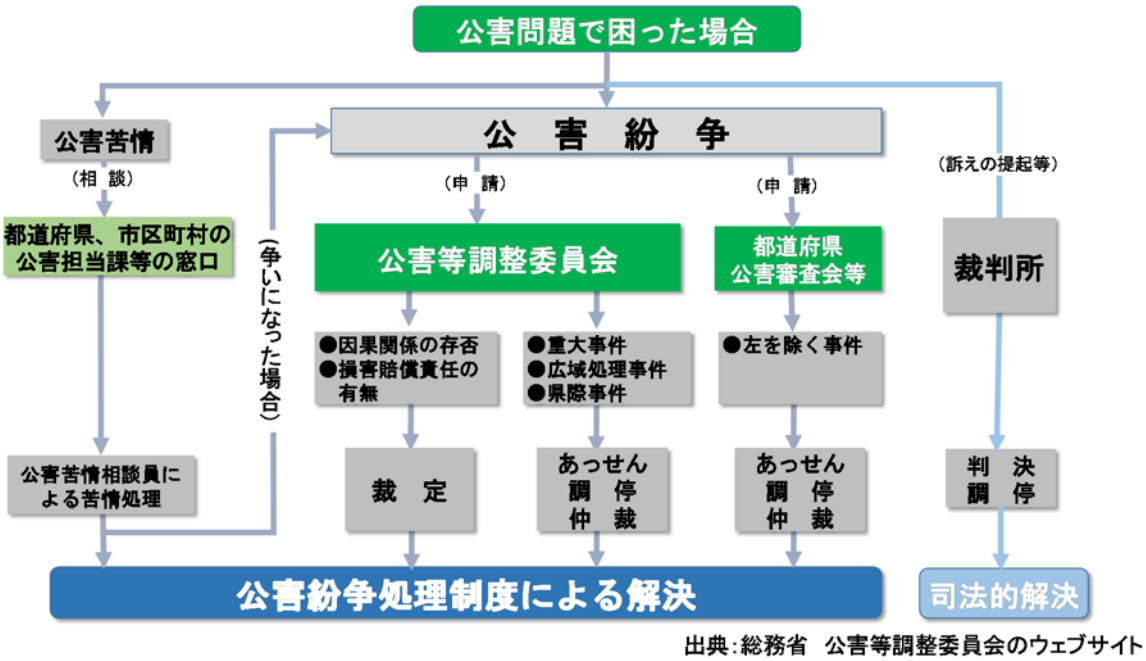


出典：環境省「平成24年度騒音規制法施行状況調査について」（平成26年１月30日）を基に作成。

（３）苦情の相談体制

公害紛争の迅速・適正な解決を図るため、公害紛争を処理する機関として、国には公害等調整委員会（公害紛争処理法（昭和45年法律第108号）第３条）が、都道府県には都道府県公害審査会等（同法第13条等）が置かれている。また、都道府県及び市区町村は、「関係行政機関と協力して公害に関する苦情の適切な処理に努めるもの」（同法第49条第１項）とされ、公害苦情相談員が相談対応を行うことができるとされている（同法第49条第２項）（図10参照）。

図10　騒音等の公害紛争処理の流れ



出典：総務省　公害等調整委員会のウェブサイト

（４）　ヒートポンプ給湯機の運転音の問題

ヒートポンプ給湯機には、電力需要の少ない深夜に稼動することで電力消費量の平準化が図られる、ヒートポンプの原理を利用した給湯システムであり熱効率がよい（使用する電気エネルギーの数倍のエネルギーの温水を作ることができる）といった利点があり、広く普及している。

他方、深夜に稼動するものであることから、製造事業者においても騒音の抑制の取組が進められてきたものの、消費者庁の事故情報データバンク[19]には、

[19] 消費者庁と独立法人国民生活センターが連携して、関係機関より「事故情報」及び「危険情報」を広く収集し、事故防止に役立てるためのデータ収集・提供システム。

「隣家に設置されたヒートポンプ給湯機の運転音・振動により不眠等の健康症状が発生した。」といった趣旨の相談情報が112件[20]登録されている。

これらの相談では、その原因を低周波音と訴える者が多く、近隣との関係に影響を及ぼしているものもある。低周波音は、人に聞こえにくい領域の音であること、音の聞こえ方に個人差があることなどから音源の特定が難しいこと、また、設置者の理解を得ることが難しいことも、解決を難しくしていると考えられる。

３．５　制度の状況

（１）環境基準

騒音全般については、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めた環境基本法[21]（平成５年法律第91号）第16条第１項に基づき、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準（行政政策上の目標値）として「騒音に係る環境基準」（平成10年環境庁告示第64号）が定められている。

具体的には、居住・商業・工業といった地域の目的・用途、昼夜の区分に応じて基準値が定められており、地域の指定は、都道府県知事又は市長が行うこととされている。この基準では、夜間は昼間よりも厳しい（低い値の）基準値を定めており、夜間は騒音による睡眠への影響を適切に防止することを基準設定の基本的考え方としていると考えられる。ただし、この基準は、騒音レベル（騒音全体）の大きさを定めたものであって、低周波音に特に言及したものではない。

（２）低周波音問題への対応指針

平成12年10月、環境庁（当時）は、地方公共団体の環境担当部局の担当者が、低周波音の苦情に対して適切に対応できるよう、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を作成した。このマニュアルには、低周波音の苦情があった場合の対処方法や測定方法が記載されている。

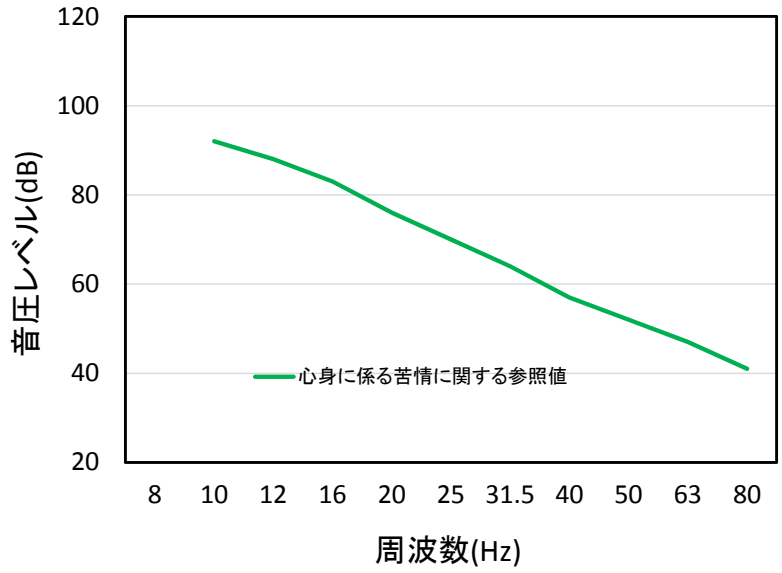
---

[20] 消費者庁設立（平成 21 年９月）から平成 26 年２月末までの累計。

[21] このほか関連法として騒音規制法（昭和 43 年法律第 98 号）があるが、これは、工場及び事業場における事業活動並びに建設工事に伴って発生する騒音を規制するものであり家庭からの騒音は規制対象ではない。

その後、静かな地域の家屋内において、工場、作業場、店舗、近隣の家屋などに設置された設備機器等から発生する低周波音成分が観測される苦情事例が多くみられるようになってきた。このような苦情に的確に対応するため、環境省は、公益社団法人日本騒音制御工学会への調査委託等により、低周波音の苦情対応について検討を行い、平成16年６月に、「低周波音問題対応の手引書」（以下「手引書」という。）を作成、公表した。この手引書は、低周波音問題対応のための「手引」、「評価指針」及び「評価指針の解説」の３つの部分から成る。「評価指針」においては、苦情の申立が低周波音によるものかどうかを判断するための材料の１つとして「心身に係る苦情に関する参照値」（以下「参照値」という。）が示された。

図11　参照値の周波数と音圧レベルの関係



この参照値は、一般成人の90％が寝室で許容できる低周波音の音圧レベルとなっている[22]。つまり、参照値以下の音圧レベルであれば、一般成人の90％の者は気にならないということになるが、言い換えれば、10％の者は、参照値以下の音圧レベルであっても気になる可能性があることになる。この点について、環境省は、以下のように説明をしている[23]。

[22] 犬飼幸男「低周波音の心身に係る苦情に関する参照値の科学的知見Ⅰ」， 騒音制御 Vol.30, No.1(2006), pp.29-35

[23] 低周波音問題に関する Q&A（環境省ウェブサイト）
「低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱いについて都道府県等宛通知（平成20年４月)」においても、同趣旨が述べられている。

「測定値がどの周波数でも『参照値』以下であれば、多くの場合、低周波音は原因ではないと考えられるので、100Hz以上の（低周波音ではない）騒音や、地盤の振動など他の原因について慎重に検討するよう手引書で示しています。問題となる周波数や原因が違っていれば、十分な対策の効果が得られないからです。ただし、感受性等に個人差があることもあり、『参照値』以下であっても低周波音が原因である場合も否定できません。この場合は、詳しく調査をするよう、「手引書」では勧めています。」

３．６　製造事業者等による騒音抑制への取組

（１）低騒音化と製品表示

ヒートポンプ給湯機は深夜に稼動するものであることから、製造事業者は騒音の抑制に取り組んできている。また、ヒートポンプ給湯機の製造事業者が加盟する日本冷凍空調工業会では、工業製品に関する規格であるJIS[24]の要求事項に従って、カタログや取扱説明書で運転音（中間期及び冬期）について記載している[25]。なお、表示値は、100Hz以上も含めた音全体の騒音レベルであり、低周波音に着目した表示ではない。

（２）騒音等防止を考えた家庭用ヒートポンプ給湯機の据付けガイドブック

日本冷凍空調工業会は平成21年12月に、騒音・振動の有識者から成る「家庭用ヒートポンプ給湯機の騒音に関する研究会」を設置し、ヒートポンプ給湯機における騒音発生の実態について、100Hz以下の低周波音を含めた騒音の分析等の調査を行った。その結果、据付け環境によっては、20Hz以上の可聴域で騒音レベルが上昇する場合があることや、ヒートポンプ給湯機の据付け位置や据付け方法を工夫することで改善されるケースがあることを確認したとして、据付けガイドブック（平成23年４月初版発行、平成24年２月改訂）を発行した。この据付けガイドブックでは、据付け場所の選定ポイントとして、以下の３点を示している。

---

[24] JIS C 9220:2011（家庭用ヒートポンプ給湯機）（平成23年２月制定）。JISは工業標準化法に基づいて国が定める標準化のための基準であるが、別の法律で特段の定めがない限り、JISに適合しない製品の製造、販売、使用などを禁ずるものではない。この意味で、JISは基本的に任意標準である。

[25] 中間期及び冬期の運転音試験結果についてカタログや取扱説明書にＡ特性で記載することとされている。なお、測定方法は、ヒートポンプ表面から１ｍ離れた距離で、運転音の最も大きい位置にマイクロホンを置いて測定することとされている。

①お客様および隣接するご近所様の寝室の傍は避ける。
②ヒートポンプユニットの近辺（上方向含む）に窓や床下通風口等の音の侵入口があれば極力距離をとる。
③ヒートポンプユニットの周囲に極力スペースを設け、壁や塀で音が反射しないように工夫する。

４　調査（分析）

調査委員会では、ヒートポンプ給湯機と健康症状との関連性の有無を検討するため、「発症者[26]への聞取り等調査」、「音特性等実測調査」、「聴感調査」、「アンケート調査」及び「据付けガイドブックの普及状況調査」を実施した。

４．１　発症者への聞取り等調査

４．１．１　本件事案の詳細情報

（１）発症の経緯とその後の経過

本件事案の申出者からの聞取り調査によると、本件事案の状況は次のとおりであった。

群馬県に在住するＡ氏（50歳代男性）は、隣家の新築工事中であった平成21年２月頃の未明、就寝中に何らかの機械音が聞こえ、目が覚めた。

Ａ氏は、建築業者が何らかの機械の運転を止めるのを忘れたと思い、翌日、建築業者に、昨夜、何かが運転していた旨を伝えたところ、その建築業者からヒートポンプ給湯機の運転音である旨の説明を受け、初めてその機械音がヒートポンプ給湯機であることを認識した。そのヒートポンプ給湯機は、隣家の敷地内に設置され、深夜電力を利用しお湯を沸かすため、夜中から翌朝まで運転するものであった。隣家は引っ越し前にも、新築の家を使用することがあり、設置されたヒートポンプ給湯機は常時電源が入った状態にあった。

この頃からＡ氏は、不眠、頭痛、めまい、吐き気等の症状を感じるようになった。また、同年４月頃、実際に隣家に住民が引っ越してきた頃から、ヒートポンプ給湯機は毎晩稼動するようになり、同年５月頃に、Ａ氏の配偶者Ｂ氏（50歳代女性）も同じような症状を訴えるようになった。

聞取り調査に対して、申出者２名は健康症状等について次のように述べた。

- 部屋（場所）によって症状の程度は異なっており、１階はうなるように苦しく、つらく、２階にいた方がまだ楽である。２階は「ウーン」というううなりの上にいる感じがする。つらいときは、外に出て、自宅の敷地の角（住

[26] 本件事案の申出者の健康症状と同じような健康症状を訴える者を、本報告書では発症者と呼ぶことにする。

宅前道路）まで出ることがあり、そこに行くと楽になる。さらに、同じ部屋の中でも聞こえ方が異なり、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が重い。

- 知覚する現象としては、（音が聞こえるというよりも）機械音がずっと動いているような振動のようなもの、不快を感じる時間は午後11時から午前７時頃までである。
- つらいときの対応策は、睡眠導入剤等を服用する、寝室を１階の和室から２階に変更する、ひどいときは夜中に散歩をする、更にひどいときはホテルに宿泊するなどであった。なお、耳栓を試したが症状は変わらなかった。

本件事案について、A氏は、地元自治体に相談し、自宅の音測定を行った。測定結果は、環境省が掲げている低周波音の参照値（３．５（２）参照）以下であった。

平成24年10月には、A氏及びB氏は調査委員会に事故等原因調査等の申出を行い、本調査が開始された。

その後、平成25年11月、隣家のヒートポンプ給湯機の所有者との裁判上の和解により、隣家の給湯機はヒートポンプ方式でない電気温水器に変更され、変更後、症状は治まった。

（２）ヒートポンプ給湯機の設置場所

隣家のヒートポンプ給湯機は、A氏宅側に面した位置に設置されており、発症したとされるA氏宅の１階和室及び１階洋間までの距離は２ｍであった。なお、その間には、高さ1.7ｍの塀（コンクリート製ブロック、一部樹脂製）があった（図12参照）。

４．１．２　類似事案に関する聞取り等調査

本件事案のほか、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動により健康症状が発生したとされる他の申出事案及び消費者庁の事故情報データバンクに登録されている相談事案の中から18の事案[27]（以下「類似事案」という。）について、健康症状を訴えている者の症状、ヒートポンプ給湯機の設置状況等を、自宅に赴いて聞取り及び現地調査を実施した。

ここでは、本件事案と合わせた19の事案について、その傾向等を整理する。

---

[27] 18 の類似事案中、隣家にヒートポンプ給湯機が設置されたものは 16 事案、自宅に設置されたものは２事案である。

（１）発症者の属性

19事案について、その住宅に居住していた者を合計すると50名（男性22名、女性28名）であった。このうち、健康症状を訴える者は50名中28名であり、同じ住宅に居住していても健康症状を訴える者と訴えない者がいた。

健康症状を訴える者（以下「発症者」という。）を性別にみると男性６名、女性22名、年齢別にみると10歳以下から81歳以上までに及んでいた（表１参照）。

表１　発症者の性別・年齢構成

年齢	男性	女性	計
～10歳	1		1
11～20歳	1	2	3
21～30歳			0
31～40歳			0
41～50歳	1	8	9
51～60歳	2	2	4
61～70歳		6	6
71～80歳		4	4
81歳～	1		1
計	6	22	28

（２）健康症状の種類

発症者28名の主な症状は、不眠、頭痛、めまいや吐き気等であり、不眠を訴える者が28名中27名と最も多かった（表２参照）。なかには、耐えられずに引っ越しをしたり、一時的にアパートやホテルに避難したりするなどの事案もあり、症状は日常生活に支障を来すほど重いと考えられる。

なお、発症者に対し既往歴を確認したところ、特定の既往症があることは認められなかった。

表２　健康症状（複数回答）

健康症状	人数
不眠	27
頭痛	12
めまい	11
吐き気	10
鬱状態	5
動悸	4
ストレス・イライラ感	4
耳鳴り	3
食欲不振	3
しびれ	2
血圧上昇	2
腹痛	2
自律神経失調症	2
発疹	1
ノイローゼ	1
鼻血	1
全身倦怠感	1
耳の痛み	1
下痢	1

表３　聞取り調査を実施した事案概要一覧

事案No	発症年月（発症者ごとに時期が異なる場合には別々に表記）	設置時(注2)から発症までの期間			聞取り年月	発症者数	年齢構成	居住者数（発症しなかった人数）	設置位置と申出者宅の最も近い壁との距離	設置位置と申出者宅の間取りで一番近い部屋	訴える健康症状	発症した、最も不快な場所	不快などを感じる時間帯等
		1か月未満	1か月以上6か月未満	半年以上									
1 注1	①平成21年2月 ②平成21年5月	１名	１名		平成25年1月	２名	50歳代（２名）	３名（1名）	２ｍ	１階：玄関	不眠、吐き気、めまい、頭痛、うつ状態、自律神経失調症	１階和室（寝室）	午後11時～午前７時
2	①平成22年11月 ②平成25年５月	１名		１名	平成25年４月	２名	40歳代 10歳以下	３名（1名）	0.8m	１階：台所 ２階：旧寝室	不眠、頭痛、めまい、腹痛、鼻血	２階：寝室	午後11時～午前６時
3	平成22年１月	１名			平成25年４月	１名	70歳代	２名（1名）	17m（道路を挟む）	１階：リビング	不眠、めまい、頭痛、イライラ感	１階：リビング ２階：寝室	夕方から、入浴時にかけて、感じる。
4	平成24年５月	４名			平成25年４月	４名	70歳代 40歳代 10歳代 10歳代	６名（２名）	４ｍ	１階：リビング ２階：リビング	不眠、頭痛、吐き気、耳鳴り、食欲低下、動悸、耳の痛み等	１階：寝室 ２階：寝室	稼動しているとき、全て。
5	平成21年２月	１名			平成25年５月	１名	40歳代	１人暮らし	0.1m（自宅）	１階：台所 ２階：寝室	不眠によるストレス性障害、ノイローゼ	２階：寝室	午前３時～午前４時
6	平成23年１月	１名			平成25年３月	１名	60歳代	１人暮らし	１ｍ	１階：旧寝室	不眠、動悸、血圧上昇、うつ状態	１階：旧寝室	いつでも不快、変わらない。
7	平成19年11月	２名			平成25年８月	２名	50歳代 40歳代	４名（２名）	Ａ宅：１ｍ Ｂ宅：７ｍ	１階：リビング ２階：寝室	不眠による耳鳴り、頭痛、吐き気、うつ病	２階：寝室	午前０時～午前６時
8	平成24年11月	２名			平成25年９月	2名	80歳代 70歳代	２名	Ａ宅：８ｍ Ｂ宅：15m Ｃ宅：20m以上	１階：和室	不眠、血圧上昇、精神的な不安	１階：和室	夜がきつい、土日がきつい。
9	平成19年８月			１名	平成25年９月	１名	70歳代	２名（１名）	６ｍ	１階：リビング ２階：寝室	不眠、頭痛、吐き気	リビングと２階寝室	午前２時～午前７時
10	平成22年９月	１名			平成25年10月	１名	40歳代	２名（1名）	13m	１階：台所、リビング ２階：寝室	不眠	２階：寝室	午後２、４時と午後11時～午前７時
11	平成24年10月	１名			平成25年９月	１名	60歳代	３名（２名）	４ｍ	１階：和室 ２階：寝室	不眠、食欲不振、血圧上昇、うつ状態	１階：和室 ２階：寝室	夕方から午前７時
12	平成23年７月	１名			平成26年１月	１名	50歳代	２名（１名）	３ｍ	１階：寝室	不眠、動悸、吐き気、耳鳴り、イライラ感	１階：寝室	午後５時頃～午前１時
13	平成26年１月	２名			平成26年２月	２名	40歳代 10歳代	５名（３名）	４ｍ	２階：寝室	不眠、手足のしびれ、吐き気、めまい、腹痛、下痢、食欲不振	２階：寝室	午前２時頃
14	平成20年12月	１名			平成26年３月	１名	40歳代	３名（２名）	0.1m（自宅）	１階：和室、トイレ ２階：寝室（骨）	不眠、耳鳴り、頭痛	２階：和室（寝室）	午前２時頃
15	平成24年12月	２名			平成26年４月	２名	70歳代 40歳代	３名（１名）	２ｍ	１階：台所 ２階：旧寝室	不眠、めまい、自律神経失調症	２階：旧寝室（HP給湯機の真正面）	午前０時～午前６時
16	平成23年11月	１名			平成26年４月	１名	50歳代	２名（１名）	２ｍ	１階：旧寝室	不眠、めまい、動悸、頭痛、ストレスによる逆流性食道炎	１階：旧寝室	午後10時～午前７時
17	平成22年10月			１名	平成26年４月	１名	70歳代	一人暮らし	３ｍ	１階：旧寝室	振動で不眠、じんま疹のような赤い発疹	１階：旧寝室	午後11時～午前７時
18	平成24年９月	１名			平成26年４月	１名	60歳代	２名（１名）	12m	１階：寝室	不眠、めまい、頭痛、うつ状態	１階：寝室	午前３時頃
19	平成22年12月	１名			平成26年４月	１名	50歳代	３名（２名）	５ｍ	１階：和室 ２階：旧寝室	不眠、めまい、動悸	２階：旧寝室	午前３～午前４時頃

注１：事案１は、本件事案である。

注２：設置時とは、隣家がヒートポンプ給湯機を設置した時期、又はヒートポンプ給湯機に隣接した住居に入居した時期をいう。

表４　聞取り調査を実施した事案概要一覧　（続き）

事案No.	不快などを感じる季節	天候による違い	自宅内で不快な場所	自宅内で快、ややましな場所	自宅建屋外で楽になる場所	窓の開閉の効果	耳栓の効果	不快時の対応	知覚する音・振動の言葉での表現又は擬声語	二重窓又は複層ガラス
1 注1	どちらかというと冬	雨の日の方が少し楽。	1階旧寝室	２階寝室	道路に出て、30mくらい過ぎたところ	楽になる。	変わらない。	・寝室を1階から、2階へ移動した。 ・夜中に散歩すると気が楽。ひどいときは、ホテルに泊まる。 ・電気温水器に変更した。(平成26年12月)	機械音がず―っと動いている振動のようなもの	無し
2	どちらかというと冬	無し	２階寝室、１階台所	無し	玄関(外)先	楽になる。	使用すると、余計にこもって気持ちが悪い。	・寝室を2階からヒートポンプ給湯機から最も離れた1階に変更した。 ・何か他のことに集中したいが、あまりに気分が悪く、気をそらすことが出来ない。	遠くで、車がアイドリングしているような感じの振動で音ではない。	初めから複層ガラス（効果なし）
3	どちらかというと冬	無し	どこにいても不快	無し	ヒートポンプ給湯機設置宅より、２軒以上離れた道路	変わらない。	変わらない。	・寝室の移動はなし。 ・住めないので、引っ越しを検討中。	車のアイドリングが遠くでしているような感じ、ウォンウォンウォンと回転しているような振動。	無し
4	変わらない。	無し	どこにいても不快	無し	ヒートポンプ給湯機設置宅より、２軒ほど離れた道路	変わらない。	試していない。	・ヒートポンプユニットの向きを変えてもらったが効果なし。 ・住めないので、引っ越した。	頭蓋骨をズンズンされるような感じの振動。	無し
5	冬の方が夏よりも伝わる。	無し	どこに居ても振動している。（不快という感じと違う。）	無し	外は大丈夫である。	変わらない。	試していない。	・床を叩いて、発散する。 ・寝室は移動はなし。	車のアイドリングで振動するような感じ、船酔いのような状態。	無し
6	変わらない。	曇りの日は音が大きい。	どこにいても不快	無し	ヒートポンプ給湯機設置宅より、離れた道路沿い	変わらない。	変わらない。	・音楽、クラシックを聴いて、気をそらす。 ・寝室は、同じ1階のヒートポンプ給湯機に最も離れた部屋に移動した。	音ではなく、頭の中を駆け巡るような感じの振動。	無し
7	冬がひどい。	無し、雨の日は少し楽。	どこにいても不快	無し	無し 住居地区の92世帯がヒートポンプ給湯機有り、残り半分はガスである。	変わらない。	変わらない。	・実家から通勤したときもあった。 ・寝室は移動なし。	グウォン、グウォン、グウォンという音のような低周波音がする。	無し
8	冬がきつい。	雨の日はつらい。	どこにいても不快	無し	・最初の頃、玄関の外でも振動を感じた。 ・近所を歩くと少し楽になる。	変わらない。	試していない。	・運転音がする朝方に散歩をする。3キロくらいを50分ぐらいかけて歩く。 ・寝室は移動していない。	ウー、ボーという振動音と耳を塞いでもその音はだけは聞こえる。モーターが回っている音。	無し
9	変わらない。	一度、風が強いときが嫌だった。	１階リビング、２階寝室	無し	家を離れると何でもない。	試していない。	変わらない。	・アニメ映像を見て、楽しい気分になる。ヒートポンプ給湯機のことを忘れさせてくれる。 ・石こうボードをたてたがかえってきつくなった。 ・ヒートポンプ給湯機の不眠から、朝早く散歩に行く。 ・自宅から離れた公園等で自家用車内で寝る。 ・寝室は移動なし。	音ではなく、何か来るという感じで、身体がきつい。	無し
10	冬はつらい。	無し	どこにいても不快	無し	3軒先の美容院は大丈夫。(間にアパート、クリニックあり)	試していない。	試していない。	・CDをかけて音楽を聞く。 ・台所の換気扇を回した方が、楽になる。 ・ヒートポンプユニットを遠くに移動してもらったが、効果なし。 ・寝室の移動なし。	ブ―ウン、ブ―ウン、きついときは、ブ、ブ、ブと頭の中で聞こえる。	複層ガラスを入れた。（効果なし）
11	冬の方が大きく響く	雨の日は楽。	１階和室	１階台所	新聞を取りに行くところは感じない。	試していない。	変わらない。	・寝室に複層ガラス入れた。 ・音楽（クラシック）を聞く。 ・ヒートポンプユニット少し移動し、ゴムシートを敷き、ブロック塀で囲ってももらった。見えなくなったのはよいが、音は塀の上から広がってくる。 ・寝室を1階からヒートポンプ給湯機に最も離れた2階の部屋に移動した。	ヴォ―、ヴィーという低い音	2階の寝室に複層ガラスを入れた。（少し楽になった）
12	冬がきつい。	日によって違う。	１階の部屋は全て不快	２階の西側の部屋は、音を感じるが、まだまし。		試していない。	変わらない。	・稼働が止まれば、眠れる。 ・運転開始時刻を夕方に変更してもらう。 ・寝室を1階から2階へ移動した。 ・空気清浄機を稼働させる。	「ゴーン」「ガーン」と頭を掴さぶられるような音。	2階の寝室に二重窓を入れたが、振動を感じる。（効果なし）
13	設置されたばかりのため、不明。	まだ、わからない。	どこにいても不快	無し		試していない。	変わらない。	・運転が止まれば、眠れる。 ・一時期近くのアパートで寝泊りする。 ・ヒートポンプユニットを移動してもらい、さらに土の上に直置きだったが土台の上に載せてもらったら、大分よくなったため、元の寝室（2階）で寝るようになった。	下から「ズン、ズン」とする振動	初めから複層ガラス（効果なし）
14	変わらない。	日によって違う。	２階寝室	無し	自宅の外は大丈夫である。	試していない。	試していない。	・眠れないと言うほどではないが、体全体に響く感じがする。 ・ヒートポンプユニットの下にゴムシートを敷いてもらったところ、振動は和らいだ。	ウェ―ン、ガ―、ウー、という小さい音というか振動である。	初めから複層ガラス（効果なし）
15	変わらない。	無し		現寝室（２階奥側）は他の部屋よりまし。		試していない。	変わらない	・運転開始時刻を夕方に変更してもらう。 ・寝室を同じ2階でヒートポンプ給湯機から遠い部屋に移動した。	「ジージー」「ウォーン」圧迫感を感じる。「グオングオン」	旧寝室に二重窓を入れた（効果なし）
16	冬の方が運転時間が長い。	雨や雪の日は感じにくい。	どこにいても不快	１階の現寝室は、他の部屋よりまし。	玄関の外は大丈夫である。	閉めた方が小さい。	・変わらない。 ・ノイズキャンセリングヘッドホンも効果なし。	・昼間に運転してもらい、電気代の差額を持つ。 ・寝室を同じ1階でヒートポン給湯機から遠い部屋に移動した。	スー、ガ―、ゴンゴンゴン	初めから二重窓（効果なし）
17	変わらない。	無し	どこにいても不快	無し	床からの振動なので、庭は大丈夫である。	変わらない。	耳栓したが、かえって嫌だった。	・庭は大丈夫、外に出ると感じない。 ・寝室を2階のヒートポンプ給湯機から遠くの西側の部屋に、1階から移動した。	水車が回っているような、グアン、グアン、グアン	無し
18	昨年の冬はひどかった。	雨の日は、音が消される。	どこにいても不快	無し	外出をあまりしないので、わからない。	試していない。	試していない。	・寝室を1階から2階へ移動した。 ・身体がきついので、休んでいる。 ・ヒートポンプユニットを12m先に移動してもらったが、効果はあまりない。	ブルンブルンブルンという金属が周るような音がする。キーンという音が貯湯タンクからする。	無し
19	変わらない。	無し	旧寝室	旧寝室以外は、ましである。	自宅の外は大丈夫である。	変わらない。	変わらない。	・ヒートポンプユニットの向きを変えてもらった。 ・寝室を同じ2階のヒートポンプ給湯機から遠い部屋に移動した。 ・昼間スポーツジムで運動をすると疲れて眠れる。	グオグオという気持ち悪く、頭の中に入っている音。	無し

注1：事案1は、本件事案である。

（３）健康症状の発症時期

健康症状の発症時期については、隣家又は自宅のヒートポンプ給湯機の設置と同時期（又は、ヒートポンプ給湯機設置住宅の隣に引っ越した時期）とした者が28名中24名と多く、また、１か月以上６か月未満で発症した者は１名、半年以上経ってからの発症者は３名であった（表３参照）。また、発症した場所は主に寝室として使用している部屋であった。

（４）住宅内の場所による変化

不快を感じる場所については、住宅内でどの場所（部屋）に居ても同じ不快感を訴える事案が多かったが、同一住宅内で場所によって不快を感じる程度が異なるとする事案が６事案あった。また、部屋の中でも聞こえ方が異なり、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が重いとする者がいた。

（５）時間帯、季節、天候などによる変化

不快を感じる時間帯は、ヒートポンプ給湯機が運転している夜間から早朝にかけて最も不快とする事案が14事案[28]と多かった。他方で、運転音が聞こえなくなった後でも、めまいなどの健康症状が続くと訴える者もいた。

季節による症状の影響については、冬の方が症状が重いと感じるとの回答が11事案と多かった。他方、変わらないとする回答も７事案あった。天候については、雨の音でヒートポンプ給湯機の音が掻き消される感じがして、雨の日が楽になるとの回答が５事案あったが、特に変わらないとの回答も８事案あった。

（６）訴える現象

室内でのヒートポンプ給湯機運転音の聞こえ方・感じ方については、音というよりも、脳や身体に直接響くような感覚であると表現する者が多くみられた（表４参照）。また、エアコンの音を比較の例として、エアコンの室外機は音として聞こえるが、ヒートポンプ給湯機は音が聞こえないといった申出者もいた。

なお、発症者が感じている現象について擬音で例えてもらったところ、「ズンズン」、「グウォングウォン」、「グアングアン」のように、うなっていると表

[28] 「（ヒートポンプ給湯機が）稼働しているとき、全て」、「夕方から午前７時」との回答を含む。

現した者が多くみられた（表４参照)。なかには、空気が身体を通り抜ける感じだと表現し、可聴音ではなく、身体に感じる何らかのものであるとも表現した者もいた。

このように、音だけではなく何らかの振動のようなものを感じる、と回答した者が多数いたことから、本件事案における音特性等実測調査（後述）においては、床面の振動測定を行ったが、人が身体に感じる強さの振動は発生していなかった。これらの発症者は、低周波音の聞こえ方が通常の音の聞こえ方とは異なるため、現象を「振動」と表現したことが考えられる。

（７）対応策

症状を緩和するために行われた対応策は、以下のとおりであった（表５参照)。

①発症者の移動

不快時の対応として、自宅から離れる事案もみられ、散歩に行く（３事案）のほか、ホテルに泊まる、自宅から離れた場所で自家用車内で過ごす（車内で寝る)、一時的にアパートを借りるといった事案もあった。さらには、体調が悪化して生活に支障が出てしまい、引っ越しをしたという事案もあった（１事案)。以上の対応策は、明確に効果があるとのことであった。

同一住宅内で場所によって不快を感じる程度が異なるとする６事案では、いずれも寝室を変更して症状が多少楽になったとのことであった。

②音環境の変更

不快な時に空気清浄機など他の音を出す（２事案)、音楽等を聴いて気をそらす（４事案)、窓を開けると楽になる（２事案）というものがあった[29]。

以上の対応策のうち、特に空気清浄機の使用は明確に効果があるとのことであった。なお、耳栓を試したという事案は多くあった（13事案）が、効果はなかったとのことであった。

③窓構造の変更

[29] 窓の開閉の効果については参考資料Ｓ１．３（２）を参照。

自宅の窓を複層ガラスや二重窓にして対策した事案が４事案あった。その対策で症状が少し軽減したという事案が１事案みられたが、３事案では症状に変化はなかった。

④ヒートポンプ給湯機への対策

ヒートポンプユニットを移動したとする事案が３事案あり、そのうち明確に効果があったのは１事案であった。なお、効果がなかった事案では、設置場所を変更したにもかかわらず、引き続き何らかの振動を感じ、不眠が解消されない事案もあった。また、給湯機をヒートポンプ方式ではない電気温水器に交換した事案（本件事案１事案）があり、症状は治まった。

表５　不快時の対応（複数回答）

	分類	対策	効果等
発症者の移動	一時的移動	散歩に行く（3事案）。	その時は、症状が治まる。
		ホテルに泊まる（1事案）。	
		車に乗り公園等で夜を過ごす(1事案)。	
		実家で過ごす（1事案）。	
		アパートを借りる（1事案）。	
	恒久的移動	寝室を変更した（10事案）。	10事案中6事案は多少楽になった。
		引っ越した（1事案）。	症状が治まった。
音環境の変更	マスキング	換気扇の運転音を出す（1事案）。 空気清浄機の運転音を出す（1事案）。	換気扇：多少楽になる。 空気清浄機：とても効果がある。
		音楽等を聴いて気をそらす（4事案）。	多少楽になる時がある。
	その他の対応	耳栓する（13事案）。	効果がなかった。
		窓を開ける（2事案）。	多少楽になる。
窓構造の変更	伝搬の対策	二重窓等の防音工事をした（4事案）。	多少楽になった（1事案）。 効果がなかった（3事案）。 その他にもともと二重窓等で発症した事例が4事案あった。
ヒートポンプ給湯機への対策	音源の対策	ヒートポンプ給湯機の動作時間を深夜ではない時間帯に変更した（2事案）。	不眠は治まったが、つらい時間がシフトした
		ヒートポンプユニットの向きを変えた（2事案）。	効果がなかった。
		ヒートポンプユニットを移動した（3事案）。	症状が治まった（1事案）。
		電気温水器に交換した（本件事案）。	症状が治まった。

（８）　ヒートポンプ給湯機の設置場所

現地調査においては、発症者の住宅の外壁からヒートポンプ給湯機までの距離を計測した。その結果、発症者自身の自宅に設置された２事案を除く17事案では、両者の距離は最も近いもので0.8m、最も遠いもので17mであった。

発症者宅に設置されたものも含む19事案について、多くの者が発症したとする寝室とヒートポンプ給湯機までの距離をみると、10m以下が16事案、うち13事案で５m以下となっており（表６参照）、ヒートポンプ給湯機がその寝室の目の前や近くにある例が多かった。

また、据付けガイドブック[30]には、具体的な距離の記載はないが、据付け位置の選定に当たっては近所宅の間取りや据付け位置に配慮する旨が記載されている。この据付ガイドブックの選定ポイントのうち距離に関する２項目[31]について実際の設置状況を確認したところ、寝室までの距離が短い、窓等の開口部に近い等、据付けガイドブックに沿って設置されているとはいい難いものが多くみられた。

[30] ３．６（２）を参照。

[31] 次の２項目である。(1)お客様および隣接するご近所様の寝室の傍は避ける。(2)ヒートポンプユニットの近辺(上方向含む)に窓や床下通風口等の音の進入口があれば極力距離をとる。

表６　　19事案におけるヒートポンプ給湯器の設置状況

据付けガイドブックにおける記述	１ お客様および隣接するご近所様の寝室の傍は避ける。	２ ヒートポンプユニットの近辺（上方向を含む）に窓や床下通気口等の音の侵入口があれば極力距離をとる。
実際の設置状況	隣家又は自宅にあるヒートポンプユニットから寝室の部屋壁までの距離を示す。（2箇所以上は、近い方を示す。括弧内は寝室を示す。）	ヒートポンプユニットから半径5m以下にある窓や開口部等を示す。 （上方向も含む。）
事案 1	2m （1階和室）	玄関、縁側ガラス戸、窓
2	3m （2階洋室）	窓
3	17m （2階和室）	ー
4	4m （1階洋室）	ガラス戸、床下換気口
5	3m　自宅 （2階洋室）	窓
6	1m （1階洋室）	窓
7	3m （2階洋室）	窓
8	8m （1階和室）	ー
9	6m （2階洋室）	ー
10	14m （2階洋室）	ー
11	4m （1階和室）	ガラス戸
12	3m （1階洋室）	ガラス戸、玄関、窓、床下換気口
13	5m （2階洋室）	ガラス戸、窓
14	3m　自宅 （2階和室）	窓
15	4m （2階洋室）	窓、ガラス戸
16	3m （1階洋室）	窓、ガラス戸
17	3m （1階和室）	玄関、床下換気口
18	12m （1階洋室）	ー
19	6m （2階洋室）	ー

４．１．３　製造事業者や地方公共団体への相談

発症者は製造事業者や地方公共団体の騒音相談窓口等に相談していた。しかし、発症者からのヒアリングによれば、健康症状の原因であると考えているヒートポンプ給湯機運転音の測定データを取得することが難しかったり、測定データを取得しても、測定データが参照値以下であるために、製造事業者等との交渉が進まない以下のような事案がみられた。

・製造事業者がヒートポンプ給湯機の運転音を測定したが、それに含まれている低周波音の音圧レベルが参照値以下であるとして、それ以上の対応はなされなかった（事案１、２、４）。
・地方公共団体に音測定を依頼したが、夜間の測定はできない（事案２）、低周波音を測定できる騒音計がない（事案３、10、16）、民民の関係は対応していない（事案７）等の理由で対応がなされなかった。

また、発症者が隣家のヒートポンプ給湯機の所有者に相談したが、健康症状のつらさを理解してもらえない[32]といった例もみられた。

最終的に、訴訟となった事案も19事案中３事案あった（事案１、10、16）。

４．１．４　改善事例

調査委員会において、情報収集したところ、本件事案や類似事案のほかに、ヒートポンプ給湯機の移設により改善した事例がみられた。

① 改善事例１

平成23年11月、60歳代の女性の寝室から3.5m程度離れた場所（隣家）に設置されたヒートポンプ給湯機が運転を開始した。その日の夜以降、女性は運転音に悩まされて不眠を訴えるようになった。隣家、隣家の住宅建設を担当した工務店、ヒートポンプ給湯機の製造事業者、消費生活センターなどに相談したが解決に至らなかった。その後、地方公共団体の環境課に相談し、その担当者から提供された据付けガイドブックを持って改めて隣家に示したところ理解が得られ、平成24年６月に、女性の住宅の反対側の道路に向けた位置（寝室から約９m離れた場所）にヒートポンプユニットが移動された。その結果、不眠の症状は解消した。

[32] 所有者から、あなたが神経質なだけではないかと言われるなど、発症者自身の個人的な特性が原因であるかのような非難を受けた例もあった。

② 改善事例２

平成22年11月、夫妻が、隣家の家庭用ヒートポンプ給湯機からの音で困っており、特に早朝３時頃が一番強く感じる旨の相談を地方公共団体の環境担当に行った。地方公共団体が音測定を実施した結果、夫妻が最も音を感じるというリビングで、参照値を上回る低周波音を確認した。地方公共団体は、その測定結果を夫妻と所有者に説明し、製造事業者にも連絡を取り、早急な対応を要請した。同年12月に製造事業者によって機器が移設され、その後の室内での測定では、低周波音の音圧レベルが低下し、夫妻も納得した。

③その他の改善事例

電器店238社並びに工務店及び住宅事業者93社に対して、ヒートポンプ給湯機の設置に関するアンケートを実施したところ、ヒートポンプ給湯機を設置した後に、隣家又は所有者から運転音に関する苦情があり、ヒートポンプ給湯機の移設に至った事例が８事例あった。いずれも移設後に苦情はないとのことであった。

４．１．５　発症者への聞取り等調査のまとめ

以下に、聞取り等調査の結果について、主な点を整理する。

（１）本件事案について

ヒートポンプ給湯機設置当初から健康症状が現れ、また、ヒートポンプ給湯機が電気温水器に交換されてからは健康症状が治まったことから、設置と健康症状の発生との間に時間的な関連が認められた。

また、住宅内でも部屋（場所）によって症状の程度が異なり、自宅の敷地の角（住宅前道路）に行くと楽になるとのことであった。

（２）類似事案も含めた事例分析

①健康症状について

発症者が訴える健康症状は、不眠、頭痛、めまい、吐き気、耳鳴り等であり、不眠が最も多い症状である。不快感の程度は、引っ越しをしたり、

一時的にアパートやホテルに避難したりするなどの事案もあるなど、日常生活に支障を来すものが多い。

②時間的な関連性について

時間的な関連性をみると、発症時期は、ヒートポンプ給湯機の設置の時期又は発症者が発症した住宅に引っ越してきた時期と同時期であるとした者が多かった。また、ヒートポンプ給湯機の移設又は撤去により、健康症状が改善又は治まった事案があった。

③場所、季節による違いについて

発症した場所は主に寝室として使用している部屋であった。また、不快を感じる場所については、住宅内でどの場所（部屋）に居ても同じ不快感を訴える事案が多かったが、同一住宅内で場所によって不快を感じる程度が異なるとする事案もあった。

季節による症状の影響については、変わらないとする回答もあったが、冬の方が症状が重いと感じるとの回答が多かった。

「窓を開けると楽になる」という他の低周波音問題と共通する[33]回答も２事案あった。

④設置場所について

ヒートポンプ給湯機の設置場所は、発症者の寝室から５ｍ以下が19事案中13事案であった。寝室までの距離が短い、窓等の開口部に近い等、据付けガイドブックに沿って設置されているとはいい難いものが多くみられた。

⑤個人差について

同じ住宅に居住していても、健康症状を訴える者と訴えない者がいた。

---

[33] 環境省「よくわかる低周波音」のチェックリストにおいて、「窓を閉めた方が感じる場合には、低周波音による問題の可能性があります。」と記載されている。

４．２　音特性等実測調査

本件事案の申出者は、自宅内でも場所によって症状の程度に違いがあるとのことであった。そこで、本件事案の申出者宅において、ヒートポンプ給湯機の運転音及び住宅内外での音実測及び住宅内の定在波を調査した。また、運転条件の変化に伴うヒートポンプ給湯機運転音の変化についても調査した。

さらに、申出者宅での音実測調査を補完するものとして、類似事案中５つの事案についても音実測調査を実施した。

４．２．１　音実測調査

（１）測定方法[34]

申出者によれば、場所によって症状の程度に違いがあり、１階和室では症状の程度が重いが、２階洋室は症状が比較的軽い、つらいときには外に出て自宅の敷地の角（住宅前道路）で過ごす、とのことであった。これに基づいて、音の測定場所をアからエまでの４点に決定した。イ点（１階和室）及びウ点（２階洋室）では、Ａ氏の睡眠時の頭の位置に合致するようにマイクロホンの高さと位置を設定した。

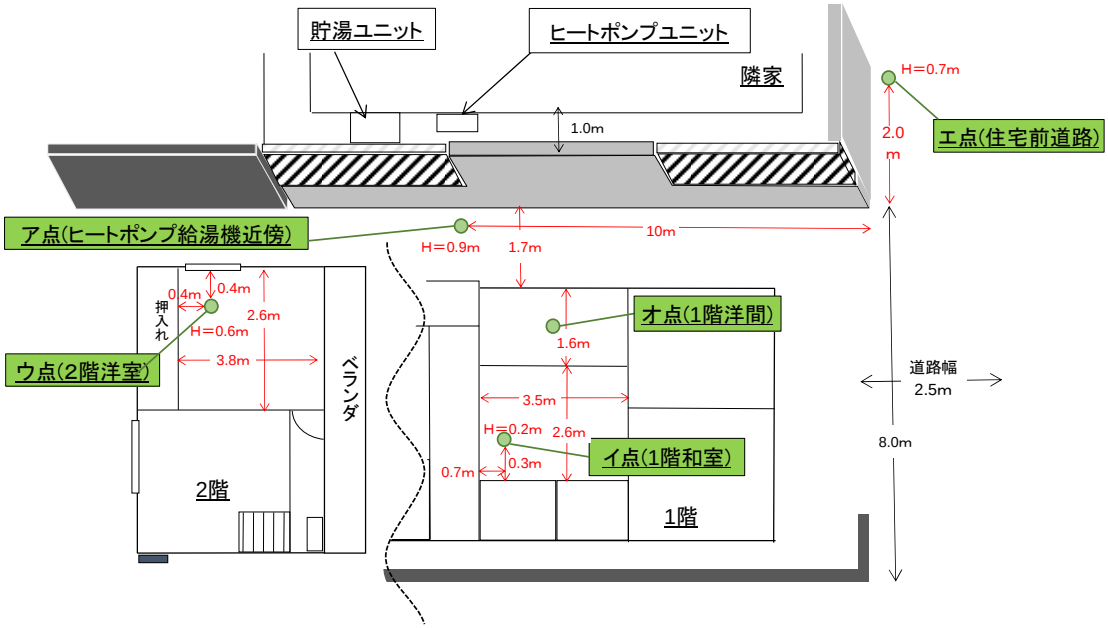
また、申出者から、音というより振動という表現が相応しいと感じる、という発言もあったため、１階和室隣の１階洋間の床上に振動レベル計を設置した。

音測定
- ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）：ヒートポンプユニット前
- イ点（１階和室）：症状の程度が重い部屋（発症当時の寝室）
- ウ点（２階洋室）：症状の程度が比較的軽い部屋（現在の寝室）
- エ点（住宅前道路）：自宅外で症状が楽になる場所

振動測定　オ点（１階洋間床）

[34] 測定・分析方法については、環境省「低周波音の測定方法に関するマニュアル」にできる限り沿って実施した。なお、測定中、Ａ氏は睡眠導入剤を服用し測定対象外の部屋で睡眠をとり、Ｂ氏は外出していたため、測定中の申出者の症状は聴取できなかった。

図12　申出者宅の測定箇所



測定は、午後８時頃から翌日午前８時頃までにかけて継続的に計測し、これを計２日間行った。その結果、両日ともヒートポンプ給湯機は、午前３時50分頃から午前５時30分頃までの約100分の間、連続的に運転していた[35]。測定日時と気象条件は、以下のとおりである。

測定１回目：平成25年６月25日　午後８時～26日午前８時
降雨なし、気温　21～24℃、風速２m/s以下

測定２回目：平成25年６月26日　午後８時～27日午前８時
おおむね雨、気温　18～19℃、風速２m/s以下

（２）分析結果

①　ヒートポンプ給湯機の運転音

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の結果を基に、２日間のヒートポンプ給湯機の運転音を分析したところ、両日とも運転時は音全体の騒音レベルが約10dB上昇するとともに、運転の途中で周波数の変化がみられた。（以下では周波数の変化前を「運転時前半」、変化後を「運転時後半」と表現する。）

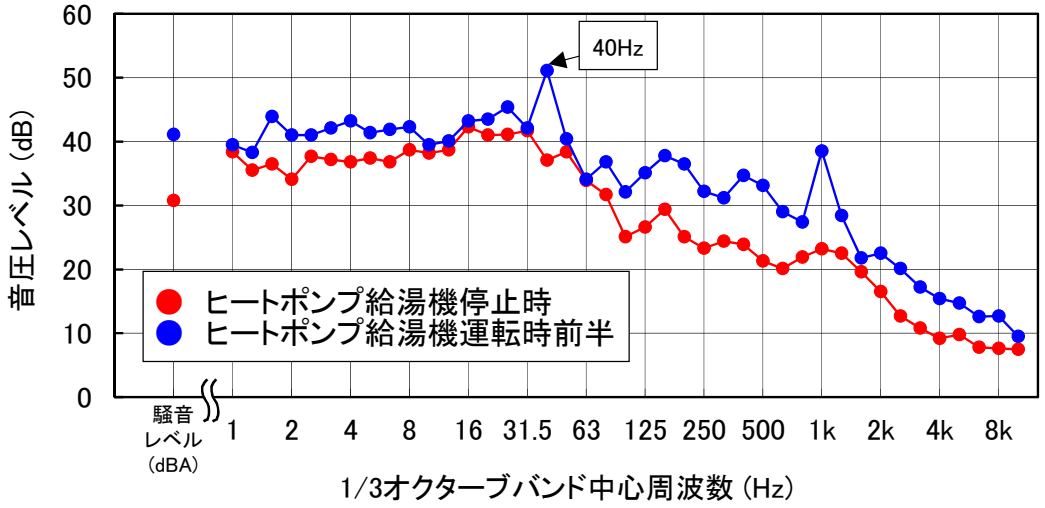
35　ヒートポンプ給湯機の運転及び停止については、ヒートポンプユニットのファンの目視とヒートポンプ給湯機近傍での運転音の有無により確認した。

測定１日目では、約100分間の運転のうち、運転時前半が約30分間、運転時後半が約70分間であり、測定２日目では、運転時前半が約60分間、運転時後半が約40分間であった。

測定１日目[36]のア点（ヒートポンプ給湯機近傍）でのヒートポンプ給湯機停止時と運転時の1/3オクターブバンド周波数分析結果[37]（図13、図14参照）をみると、運転時前半では、複数の中心周波数（40Hz[38]と80Hz以上での幅広い帯域）で音圧レベルが５dBから10dB上昇した。特に図13に示す運転時前半の100Hz以下の低周波音では、40Hzの中心周波数（以下「中心周波数」は省略する。）において、卓越周波数[39]がみられた

一方、図14に示す運転時後半では、25Hz及び80Hz以上で音圧レベルの上昇がみられたものの、40Hzの音圧レベルの上昇幅は運転時前半に比べて小さかった。

図13　運転時前半のア点（ヒートポンプ給湯機近傍）での測定結果



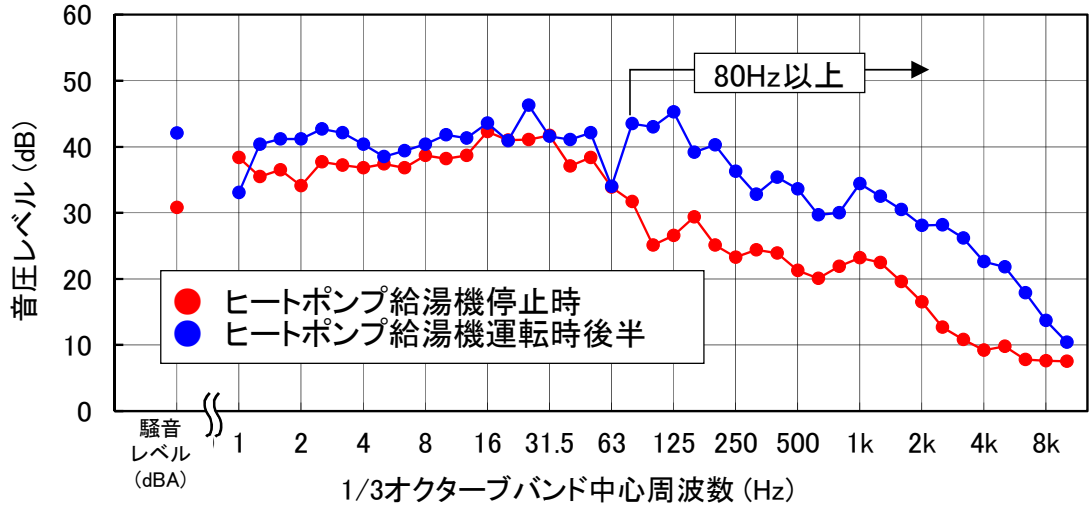
[36] 測定は２日間行ったが、２日目はヒートポンプ給湯機の運転音の他に雨音が集音されている。このため、以下の分析では降雨がなかった１日目の測定結果を使用している。

[37] 1/3 オクターブバンド周波数分析とは、周波数分析の一種であり、様々な周波数の複数の音が混ざっている音を、1/3 オクターブごとに分解して調べることをいう。周波数分析には、このほかに更に詳細な分析が可能なＦＦＴ分析がある。

[38] 1/3 オクターブバンド周波数分析では、１オクターブを３分割し、その 1/3 オクターブバンド（帯域）の中心の周波数（「中心周波数」という。）の値で当該 1/3 オクターブバンド全体を表している。つまり、１つの中心周波数で表示されていても、その周波数を含む前後 1/3 オクターブの帯域を表している。

[39] 本報告書での運転音の周波数分析においては、両側の中心周波数の音圧レベルに対して 10dB 以上のピークを卓越周波数と呼ぶこととした。

図14　運転時後半のア点（ヒートポンプ給湯機近傍）での測定結果



② 申出者宅内及び自宅前での測定結果

申出者の症状の程度が重いイ点（１階和室）での測定結果（図15参照）をみると、ヒートポンプ給湯機運転時には40Hzと50Hzで音圧レベルが上昇し、特に40Hzでは卓越周波数が発生していた。40Hzの音圧レベルは49dBとなり（停止時より27dB上昇）、環境省が示している参照値よりは低いものの、国際規格で定められた聴覚閾値（いきち）[40]とほぼ同じ値であった。他方、人間の感覚に補正した音圧レベルを示す騒音レベル（図15左端に表示）では、ほとんど変化がみられなかった[41]。

症状の程度が比較的軽いウ点（２階洋室）でも、同様に40Hzの音圧レベルが上昇していたが、その上昇の程度はイ点（１階和室）に比べて小さかった（図16を参照）。

さらに、自宅外で症状が楽になるエ点（住宅前道路）では、40Hzの音圧レベルは、ほとんど変化していなかった　（図17参照）。

---

[40] ３．３（１）を参照。

[41] 低周波音は人には聞こえにくいため、低周波音の音圧レベルが実際には上昇していても、人には音量の上昇としては知覚され難い。騒音レベル（A特性音圧レベル）は、この人の知覚に近い値を示すように補正されている。３．３参照。なお25dBA以下の測定値は用いた騒音計の下限値以下ではあるが、本報告書では得られた測定値を参考値として示している。

図15　イ点（１階和室）での測定結果

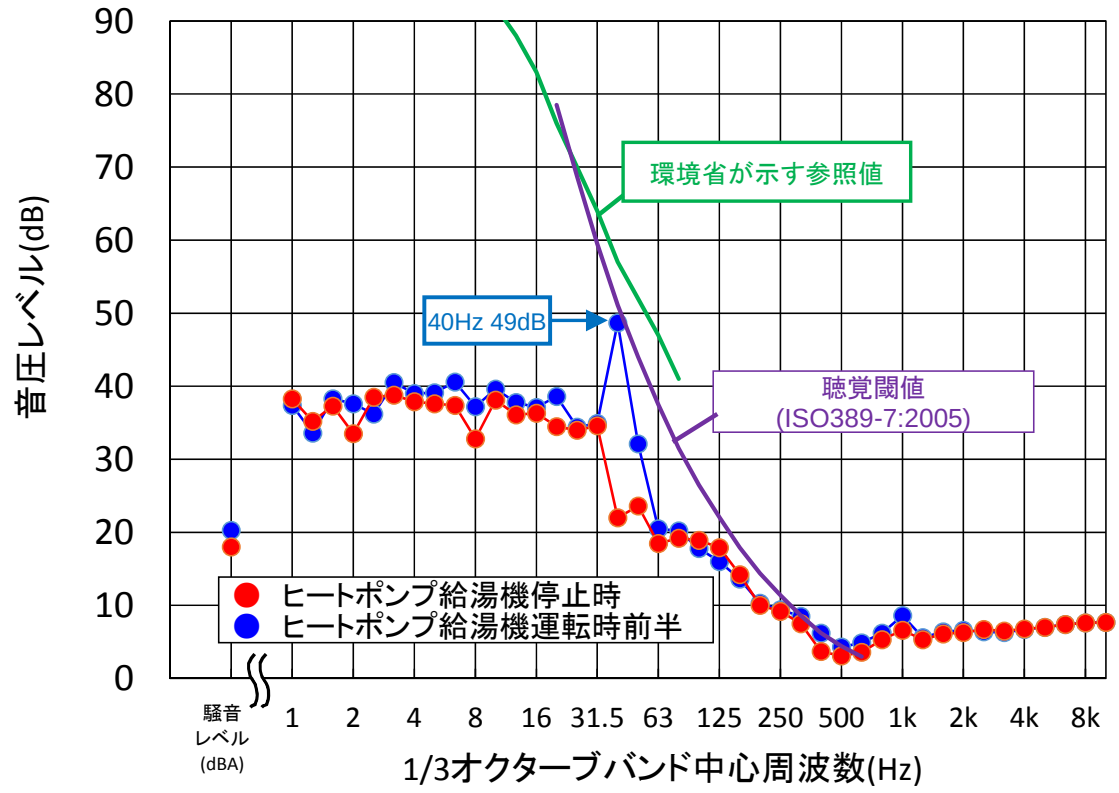
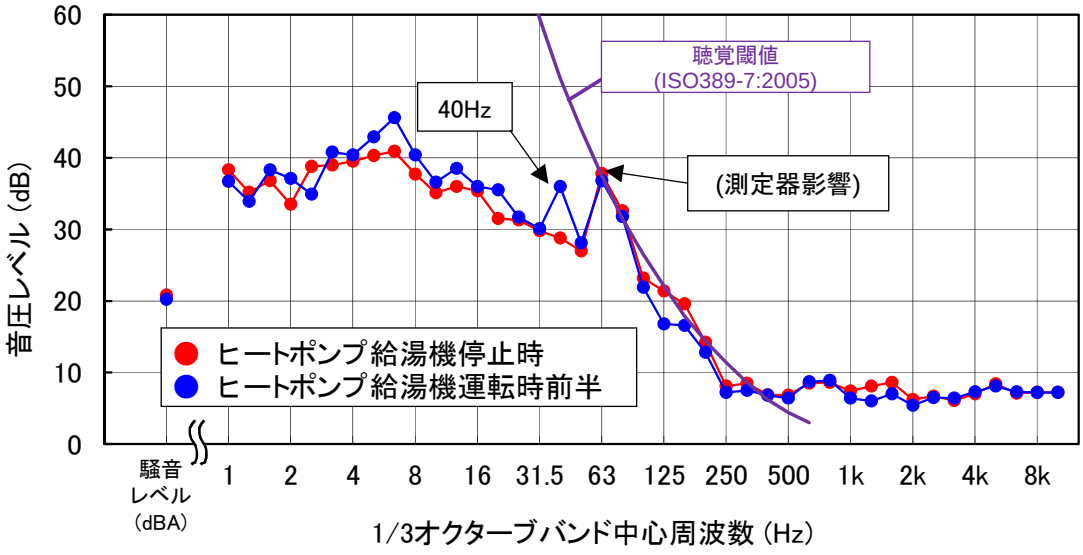
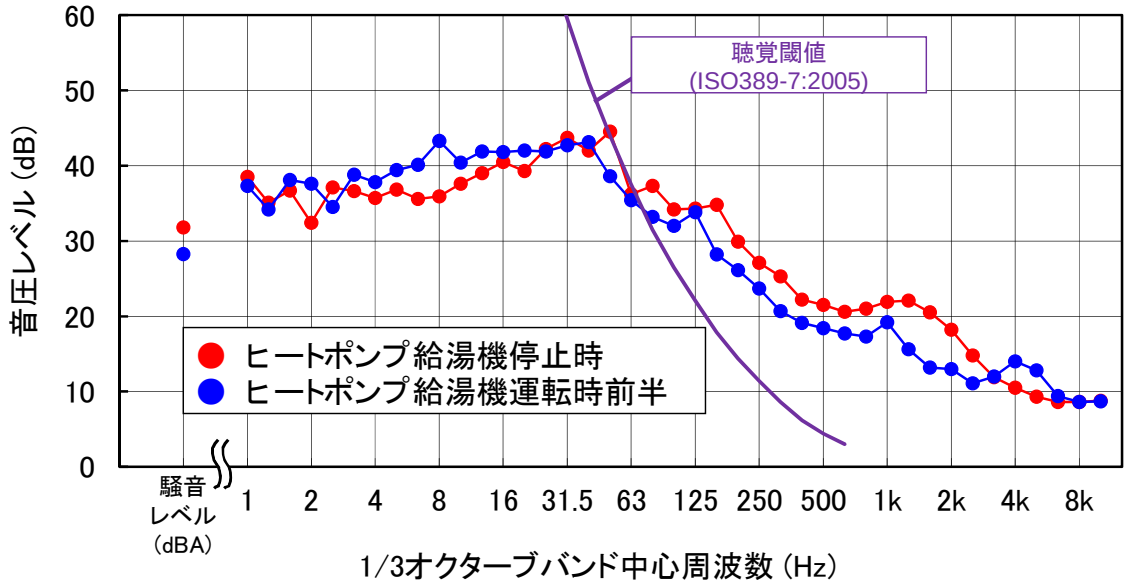


図16　ウ点（２階洋室）での測定結果[42]



[42] 図 16 中の「(測定器影響)」に関しては、本測定時に２階に設置した温湿度計ファンの影響で、低周波音が発生した。そのため、ヒートポンプ給湯機停止時と運転時前半の双方において、63Hz 及び 80Hz の音圧レベルが上昇している。

図17　エ点（住宅前道路）での測定結果



③ ヒートポンプ給湯機運転音の住宅内への伝搬について

室内で観測された卓越周波数がヒートポンプ給湯機の運転音によるものであるかを確認するため、ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）とイ点（１階和室）で観測された音をＦＦＴ分析[43]によってより細かく比較した。その結果、ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）とイ点（１階和室）の双方で、25Hzから321.5Hzまでの間で多数の卓越周波数が発生しており、それらの周波数はほぼ合致していることが分かった。また、両者の卓越周波数の音圧レベルを比較すると、40Hzの音圧レベルは両者とも50dBとほぼ同じである一方、その他の卓越周波数を含む全ての周波数において、イ点（１階和室）の音圧レベルが下がっていた（図18参照）。

これらのことから、ヒートポンプ給湯機近傍の音が申出者の症状の程度が強い１階和室へ伝搬していること、中でも特に40Hzの卓越周波数が減衰せずに伝搬していること[44]が確認された。

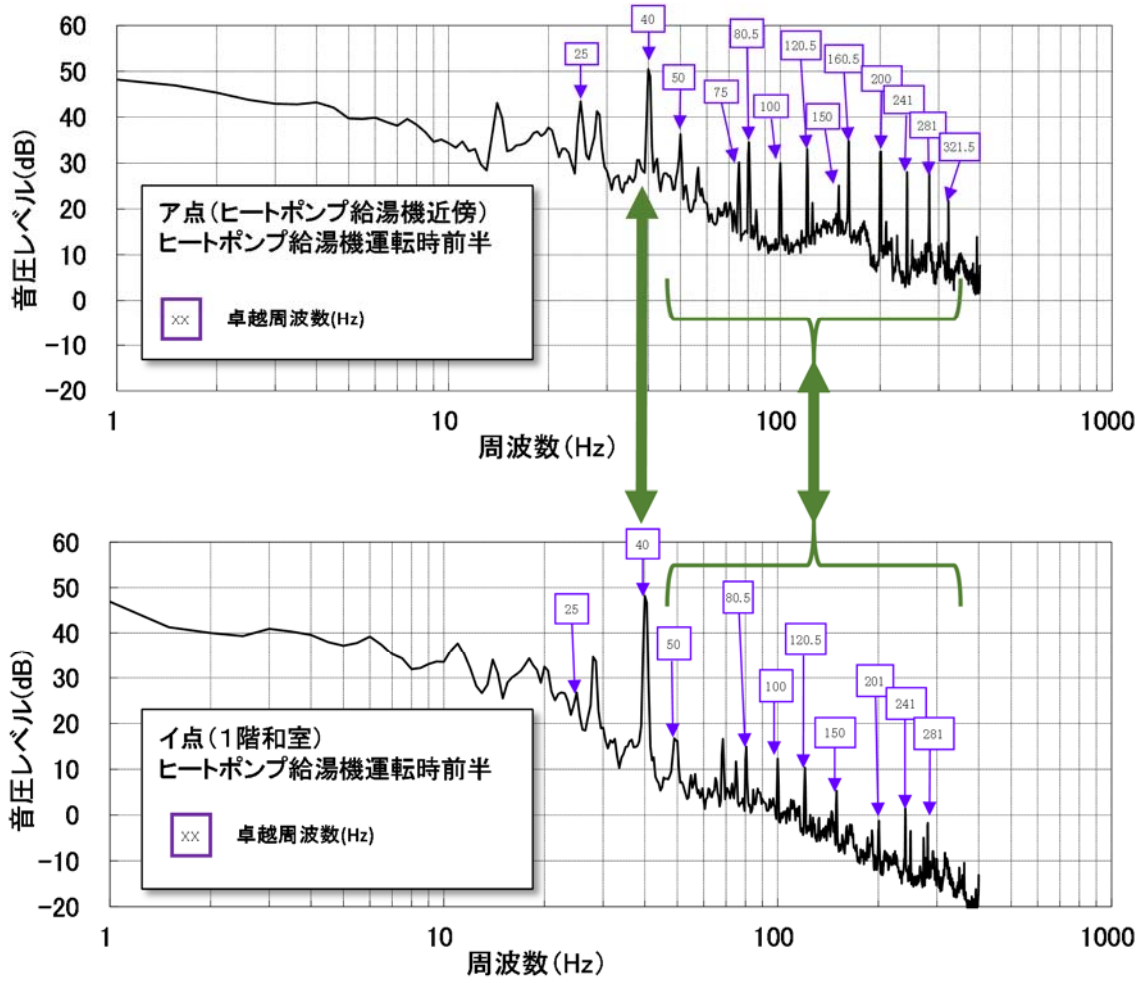
このように、特定の周波数だけが減衰しにくい原因の１つとして、住宅内で当該周波数の定在波が発生している可能性があるため、定在波調査を実施することとした（４．２．２参照）。

---

[43] ＦＦＴ分析とは、詳細な周波数分析の方法のこと。３．３（２）を参照。

[44] 申出者宅の定在波調査に併せて、外部音の住宅内への伝わりやすさ（伝達特性）の調査も行った。その結果でも、低周波音の帯域中では 40Hz 前後の周波数では伝達特性が大きい（音が伝わりやすい）ことが確認された。

図18　ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）とイ点（１階和室）の
ＦＦＴ分析結果の比較



④ 振動レベル測定結果

オ点（１階洋間床）に設置した振動レベル計で、ヒートポンプ給湯機運転に伴う振動を計測したが、測定範囲下限値以下であった。

４．２．２　申出者宅内の定在波調査

（１）目的と方法

本件事案では、ヒートポンプ給湯機の運転音の中でも特に40Hzの卓越周波数だけが減衰せずに申出者宅内１階和室に伝搬していることが確認された。また、事案２の発症者によれば、同じ部屋の中でも聞こえ方が異なり、部屋の壁際や

床に近いところで症状の程度が重いとのことであった。

特定の周波数だけが減衰しにくいことの原因の１つとして、室内で当該周波数の定在波が発生している可能性がある。また、定在波が発生している場合には、部屋の中心部よりも外縁部で音圧レベルが高くなるため、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が重いという申出者の発言とも整合する。このため、定在波調査を実施することとした。測定日時と気象条件は、以下のとおりである。

平成26年１月21日　午後３時～午後６時
降雨なし、気温　６～10℃、風速　４m/s以下

申出者の症状の程度が重い１階和室及び１階洋間の両室[45]を対象に、低周波音領域での定在波の発生の有無を調査するため、音を発生させる他の機器（冷蔵庫、空調機器等）を停止させた上で、次の手順で音の測定を行った。

１）ヒートポンプユニットが設置されていた場所にスピーカーを設置して、20Hzから100Hzまでの低周波音領域で各帯域の各音エネルギーが等しくなるように作った人工音を発生させた。同時に、スピーカーに近い場所（以下「Ｓ点」という。）で音圧レベルを測定した。

２）申出者宅地内及び申出者宅内において、0.5m間隔、全部で241の測定点（以下「M点」という。）で、音圧レベルを測定した。

３）測定結果をコンピュータにより解析して、音圧レベルの分布及び定在波周波数を算出した。

（２）分析結果[46]

解析の結果、１階両室では、42.50Hz、49.00Hz、78.50Hzなど複数の定在波が発生することが判明した（表７左表参照）。４．２．１の音実測調査では、ヒートポンプ給湯機の運転音に40Hz、50Hz、75Hz、80Hzなどの卓越周波数が確認されており（図18、表７右表参照）、両者は、ほぼ一致することが認められた。

住宅固有の定在波周波数とヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数がほぼ一致した場合には、住宅内でも場所によって顕著に卓越周波数が発生する可能性が考えられる。

また、「窓を開けると楽になる」という発症者の発言もあったことから、窓

[45] この定在波調査では、１階和室と１階洋間を区分せずに一つの空間として音測定及び分析を行っている。以下では、両室を合わせた空間を「１階両室」と称する。

[46] 定在波調査の結果の詳細については、参考資料１を参照。

の開閉について検討したところ、窓等の開閉で定在波の周波数が変化すること、窓等を開放することで広帯域の音圧レベルが上昇することが分かった。これは、窓等を開放することで相対的に卓越周波数の音圧レベル差の低減やいわゆるマスキング[47]により、症状が緩和されたものと考えられる[48]。

表７　定在波周波数一覧（左）とヒートポンプ給湯機運転音の卓越周波数（右）

番号	定在波周波数（Hz）
1	30.75
2	35.00
3	42.50
4	44.50
5	49.00
6	55.50
7	63.00
8	68.00
9	73.25
10	78.50
11	84.75
12	89.75
13	96.00
14	99.00

番号	卓越周波数(Hz) ヒートポンプ給湯機 運転時前半(1日目)
1	25
2	40
3	50
4	75
5	80.5
6	100

[47] マスキングとは、ある音の聞取りが別の音の存在によって妨害を受けることをいう。例えば、電車の音で電話からの音が聞こえなくなるなどの例がある。

[48] 参考資料Ｓ１．３（２）を参照。

４．２．３　本件事案のヒートポンプ給湯機を用いた季節による運転音の変化について

申出者を含め、症状と季節変化について、冬の方が症状が重いと感じる発症者が多かった。季節による症状の変化が生じる原因として、季節によってヒートポンプ給湯機の運転状態が変化している可能性があるため、冬期と中間期（夏期と冬期の中間の時期）の各外気温度（７℃、16℃）を模擬的に設定し、冬期模擬運転と中間期模擬運転での各運転音を無響室[49]で計測した[50]。

なお、いずれの場合も、給水温度は約７℃、出湯温度は65℃とし、貯湯タンク内の水位をほぼ下限値とした。

その結果をみると、外気温度が異なる場合は、運転音に含まれる卓越周波数の値や音圧レベルが変化することが確認された。これは、ヒートポンプ給湯機の自動制御により運転状態が変化したものと推定される。特に、低周波音領域での卓越周波数の音圧レベルをみると、冬期模擬運転時の方が中間期模擬運転時よりも10dB以上大きくなっている卓越周波数があった[51]。

冬期に卓越周波数の音圧レベルが大きくなることは、冬の方が症状が重いと感じる発症者の発言と整合する。ただし、ヒートポンプ給湯機は外気温のみならず、湯の使用量や供給される水温等によっても運転状態が変化し、それに伴って運転音も変化する。

また、取扱説明書に記載された運転データに基づいて、コンプレッサー及びファンから発生する周波数を算出し（表８参照）これを図19における卓越周波数と比較すると、卓越周波数運転音はコンプレッサー又はファンから発せられるものと推定された。

---

[49] 無響室とは、吸音性の非常に高い床、壁、天井で構成された実験室であり、壁面等の反射音の影響を受けずに、音源からの直接音のみを測定できる実験室である。無響室は、音響的に自由な空間（自由音場）を実現した部屋であるため、高度な測定精度を必要とする音響計測、実験に利用されている。

[50] 申出者とヒートポンプ給湯機の設置者宅との和解成立後、製造事業者が本件事案のヒートポンプ給湯機を取得した。本計測は、当該製造事業者の協力を得て、ヒートポンプ給湯機を無響室に設置して実施した。

[51] 冬期模擬運転時の 46Hz 及び 92Hz と中間期模擬運転時の 42Hz 及び 84Hz の卓越周波数の音圧レベルを比較すると、冬期模擬運転時の方が 10dB 以上大きくなっている。この卓越周波数はコンプレッサー起因であった。

図19　無響室でのヒートポンプ給湯機の分析結果

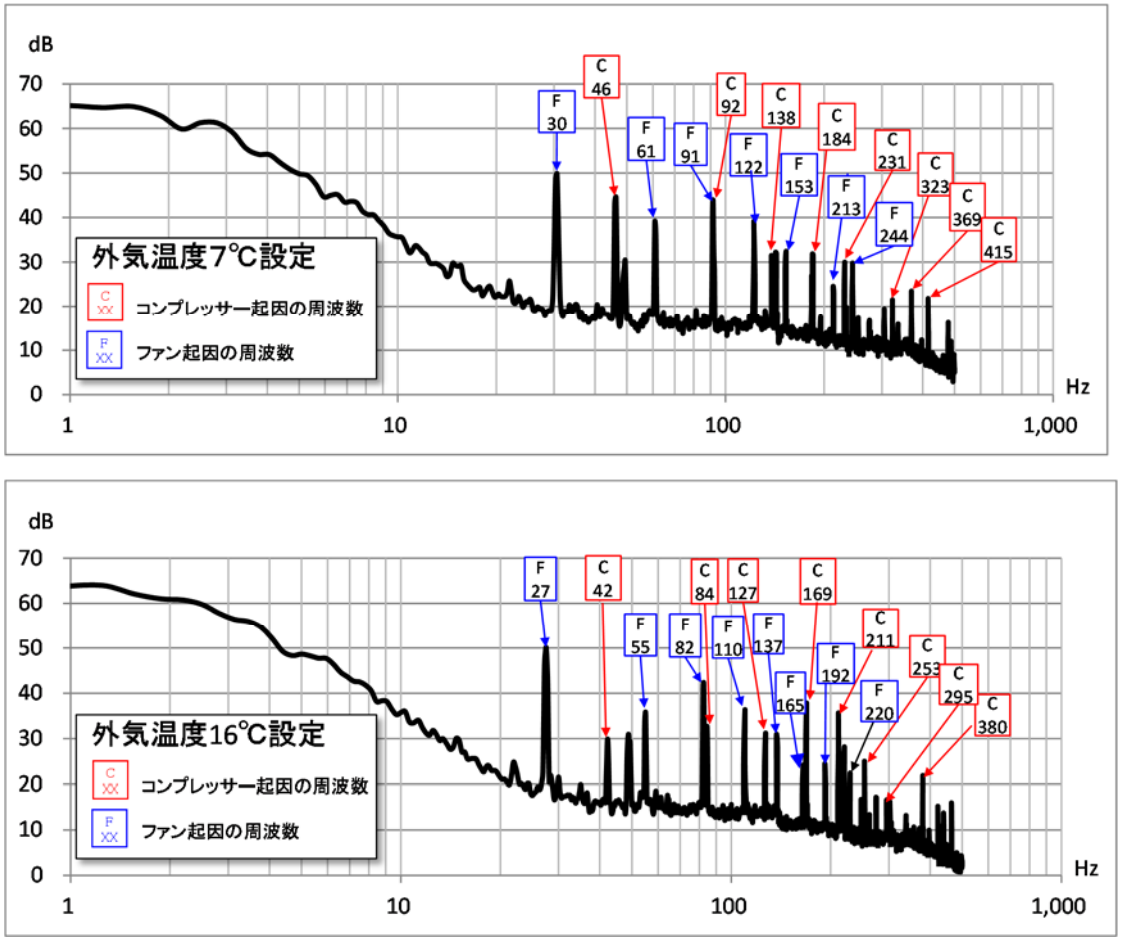


表８　運転データに対するコンプレッサー及びファンの発生音周波数[52]

	運転条件	駆動周波数（Hz）	計算によるコンプレッサー発生音の周波数（Hz）								
			1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次
コンプレッサー	設定温度7℃	46	46	92	138	184	230	276	322	368	414
	設定温度16℃	42	42	84	126	168	210	252	294	336	378
	運転条件	回転数（rpm）	計算によるファン発生音の周波数（Hz）								
			1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	8次	9次
ファン	設定温度7℃	605	30	61	91	121	151	182	212	242	272
	設定温度16℃	548	27	55	82	110	137	164	192	219	247

[52] コンプレッサーやファンが回転することに起因して音が発生する場合には、回転数に対応した音が発生する。例えば、毎分 600rpm で回転する３枚羽のファンの場合には、１秒当たりに３枚羽が 10 回転するため、結果として 30Hz の音が発生する。この例では 30Hz が基本の周波数（１次）となるが、この基本周波数の整数倍の音（２次、３次、４次・・・）が発生することがある。

４．２．４　類似事案の音実測調査

本件事案の音実測調査の結果と同様な特徴が他の類似事案でもみられるかどうかを確認するため、類似事案中５つの事案[53]についても音実測調査を実施した。

具体的には、ヒートポンプ給湯機近傍（ア点）及び発症者が健康症状が重いと訴える部屋（イ点）の２か所で同時に音測定を行い、室内での卓越周波数の発生の有無を分析した。結果としては、２つの事案（事案２、19）では卓越周波数は室内で計測されなかったものの、残りの３つの事案（事案12、15、16）において、ヒートポンプ給湯機の運転音が住宅内に伝搬していると思われる卓越周波数が室内でも計測された。

①　事案２

「２階洋室」を健康症状が重い部屋（イ点）として、測定を実施した。測定日時と気象条件は、以下のとおり。

平成26年１月18日　午後４時～19日午前６時

時折小雨あり、気温　０～９℃、風速２m/s以下

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）では、ヒートポンプ給湯機の運転に伴って25Hz以上の領域で音圧レベルが増大したが、イ点（健康症状が重い部屋）では音圧レベルの変化はほとんどみられなかった（図20、図21参照）。

[53] 「表３　聞取り調査を実施した事案概要一覧」中の、事案２、12、15、16及び19の５事案である。

図20　事案２：ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の音測定結果

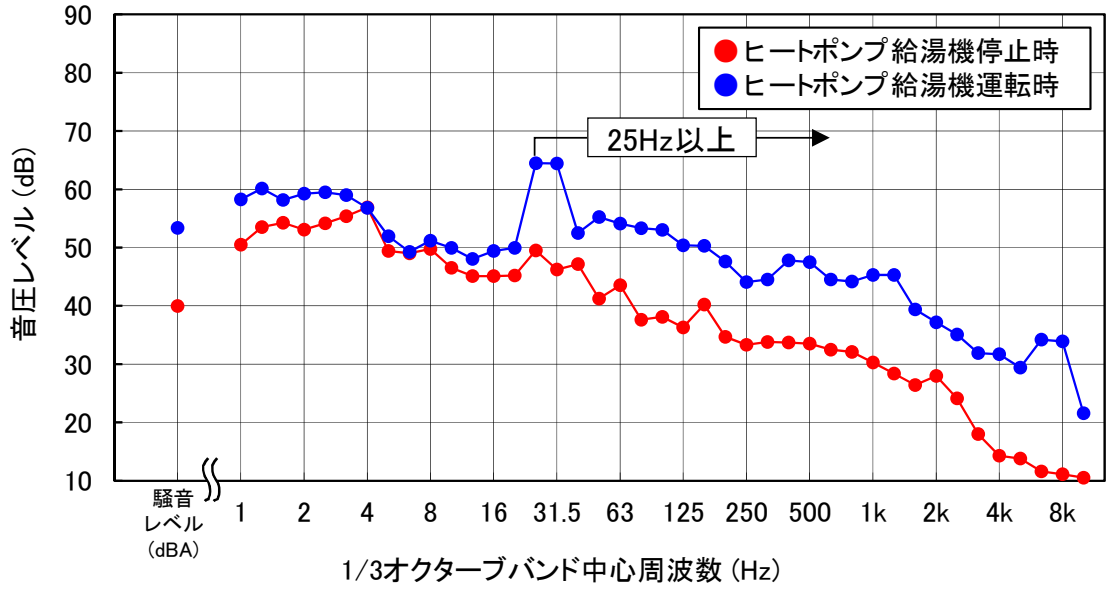
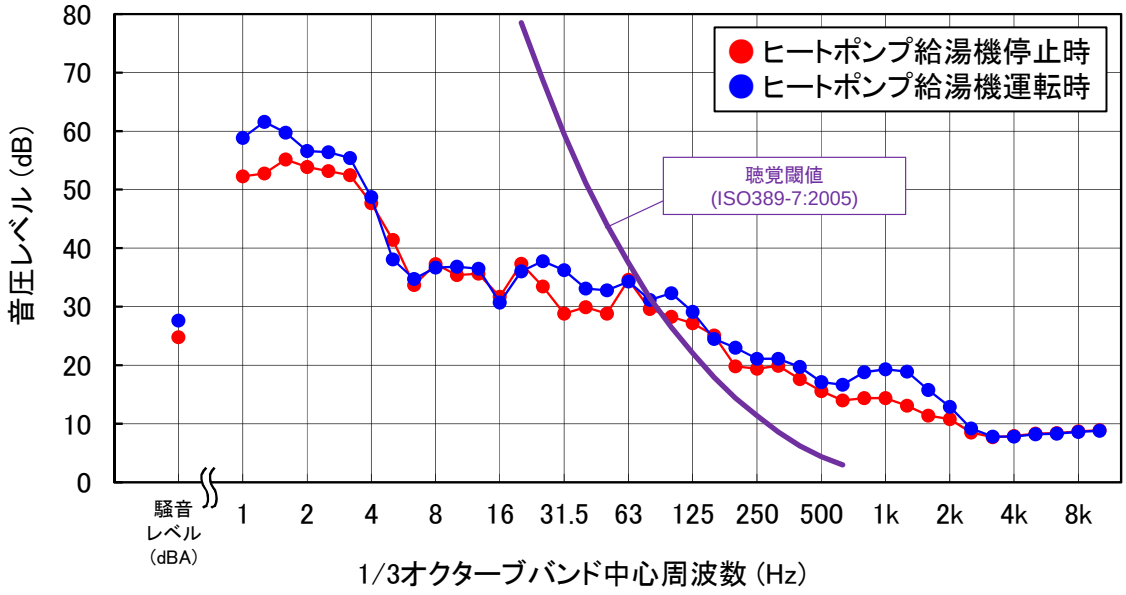


図21　事案２：イ点（健康症状が重い部屋）の音測定結果（事案２）



② 事案12

「１階洋室」を健康症状が重い部屋（イ点）として、測定を実施した。測定日時と気象条件は、以下のとおり。

平成26年６月22日　午前１時～午前５時

降雨あり（時間雨量最大0.5㎜）、気温　20～22℃、風速１m/s以下

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）では、ヒートポンプ給湯機の運転に伴って80Hzと100Hzで卓越周波数がみられ、イ点（健康症状が重い部屋）では80Hzで聴覚閾値と同程度まで音圧レベルが増大していた（図22、図23参照）。

なお、後にＦＦＴ分析を行ったところ、この卓越周波数は87.8Hz付近であることが分かった。

図22　事案12：ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の音測定結果

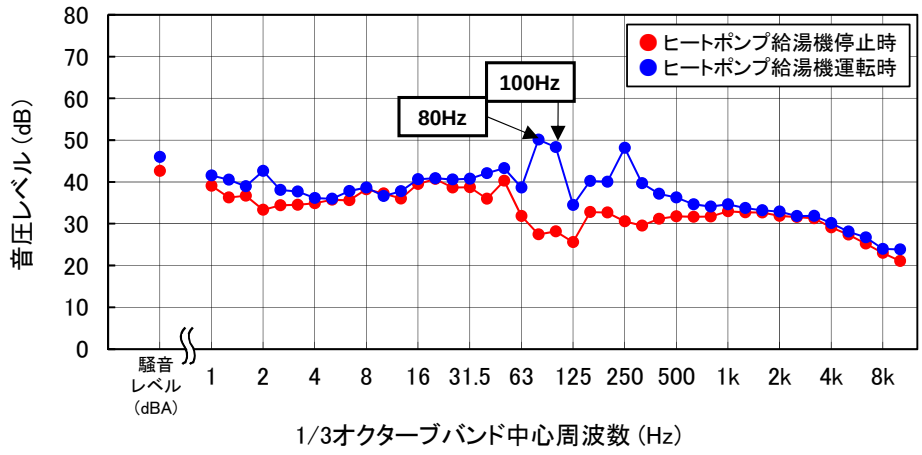
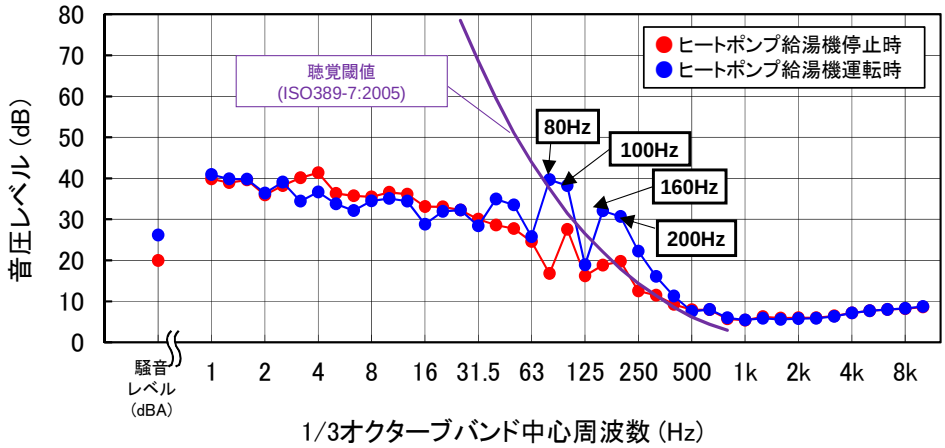


図23　事案12：イ点（健康症状が重い部屋）の音測定結果



③ 事案15

「２階洋室」を健康症状が重い部屋（イ点）として、測定を実施した。測定日時と気象条件は、以下のとおり。

平成26年６月25日　午前２時～午前６時

降雨なし、気温16～18℃、風速１m/s以下

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）では、ヒートポンプ給湯機の運転に伴って31.5Hzと63Hzにおいて卓越周波数がみられ、イ点（健康症状が重い部屋）では63Hzで卓越周波数がみられた（図24、図25を参照）。

なお、後にＦＦＴ分析を行ったところ、この卓越周波数は56.5Hz付近であることが分かった。

図24　事案15：ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の音測定結果

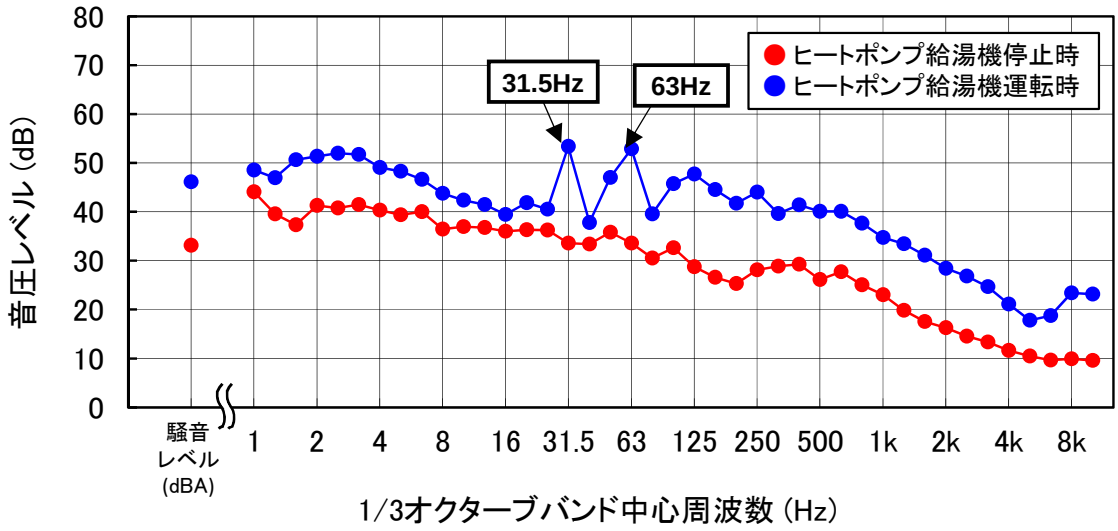
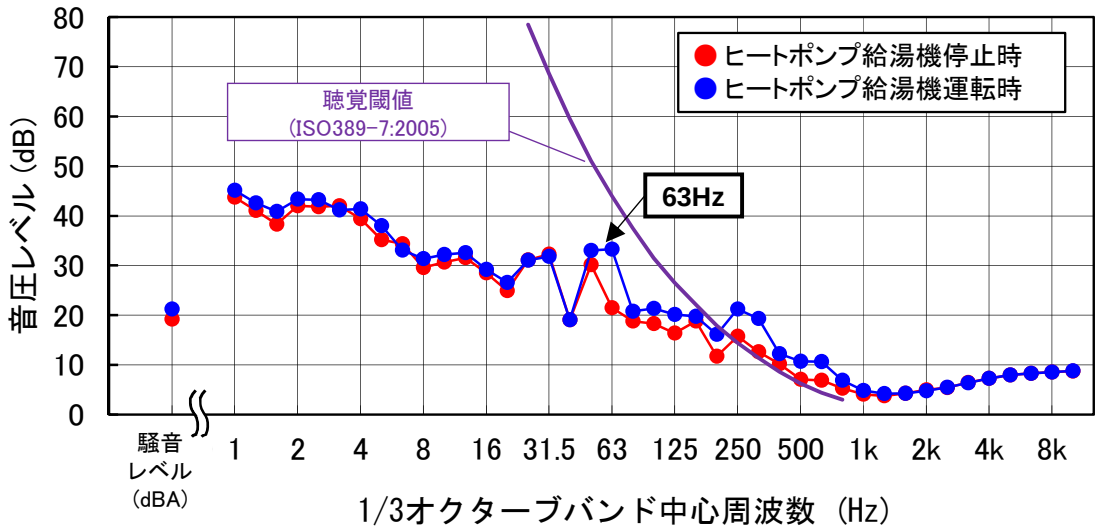


図25　事案15：イ点（健康症状が重い部屋）の音測定結果



④ 事案16

「１階洋室」を健康症状が重い部屋（イ点）として、測定を実施した。測定日時と気象条件は、以下のとおり。

平成26年６月20日　午前２時～午前５時

降雨なし、気温　19～21℃、風速１m/s以下

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）では、ヒートポンプ給湯機の運転に伴って100Hz と 125Hz において卓越周波数がみられ、イ点（健康症状が重い部屋）でも同じ中心周波数の卓越周波数がみられた（図 26、図 27 参照）。

なお、後にＦＦＴ分析を行ったところ、この卓越周波数は 113Hz 付近（56.8Hz の２次高調波）であることが分かった。

図 26　事案 16：ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の音測定結果

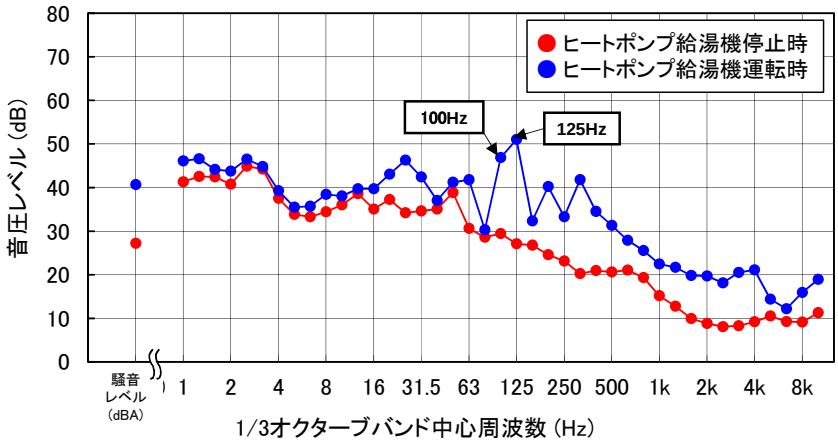
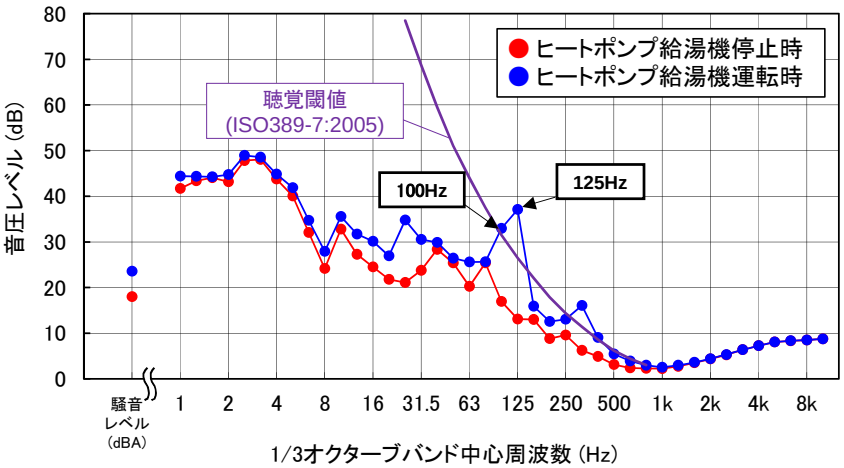


図27　事案16：イ点（健康症状が重い部屋）の音測定結果



⑤ 事案19

「１階洋室」を健康症状が重い部屋（イ点）として、測定を実施した。測定日時と気象条件は、以下のとおり。

平成26年６月27日　午前２時～午前４時

降雨なし、気温　20～21℃、風速１m/s以下

ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）では、ヒートポンプ給湯機の運転に伴って25Hz の卓越周波数がみられたが、イ点（健康症状が重い部屋）では音圧レベルの変化はほとんどみられなかった　（図 28、図 29 参照）。

図28　事案19：ア点（ヒートポンプ給湯機近傍）の音測定結果

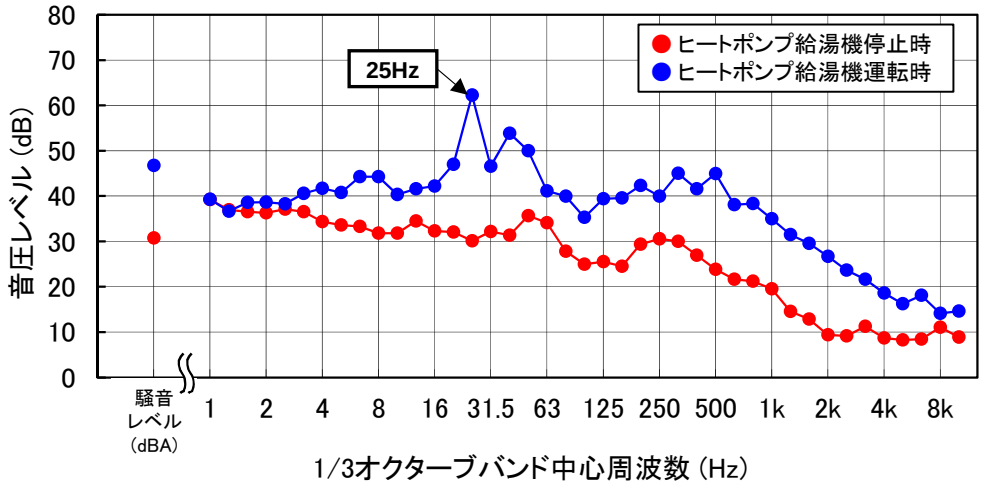
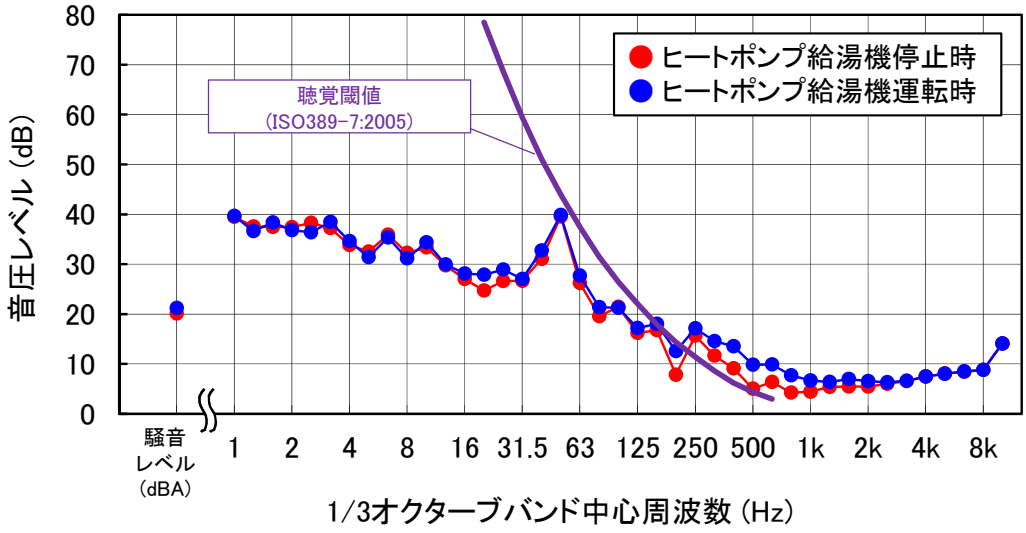


図 29 事案 19：イ点（健康症状が重い部屋）の音測定結果



４．２．５　音特性等実測調査のまとめ

（１）音実測調査

本件事案の申出者宅における音実測調査では、申出者が症状が重いと感じる部屋（１階和室）において、40Hzの卓越周波数が確認された。その音圧レベルは聴覚閾値とほぼ同じ値であった。また、症状が比較的軽く感じる２階洋室では、40Hzの音圧レベルが上昇したが、その上昇の程度は小さく、症状が楽になる場所であるとする住宅前道路では、40Hzの音圧レベルの変化はみられなかった。このように、申出者が訴える、場所（部屋）による症状の程度の違いと、低周波音領域における卓越周波数での変化した音圧レベルに、対応関係が認められた。なお、低周波音領域以外の音圧レベルには症状の程度の違いと整合する変化はみられなかった。

また、類似事案のうちの５つの事案についても音実測調査を実施したところ、そのうち３事案（事案12、15、16）において、本件事案と同様にヒートポンプ給湯機の運転音が室内に伝搬し、低周波音領域で卓越周波数を生じていることが確認された。

なお、確認された卓越周波数はいずれも20Hz以上の可聴域の低周波音であり、超低周波音領域での卓越周波数は確認されなかった。

これらのことから、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音は、健康症状の発生に関与している可能性があると考えられる。

（２）定在波調査

本件事案の申出者宅での調査により、室内で、100Hz以下の複数の定在波が発生することが確認され、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数とほぼ一致する複数の定在波周波数があった。定在波が発生している場合には、部屋の中心部よりも外縁部で音圧レベルが高くなるため、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が重いという事案２の発症者の発言とも整合する。

住宅固有の定在波周波数とヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数がほぼ一致した場合には、住宅内でも場所によって顕著に卓越周波数が発生する可能性が考えられる。

「窓を開けると楽になる」という発症者の発言もあったことから、窓の開閉による効果を調査したところ、広帯域の音圧レベルの上昇や、定在波周波数の

伝達特性レベル差が小さくなることが認められた。このことは、窓等を開放することで相対的に卓越周波数の音圧レベルの低減やいわゆるマスキングにより、症状が緩和されたものと考えられる[54]。

（3）季節による運転音の変化

季節による運転音の変化について調査したところ、冬期は、中間期に比べて卓越周波数の音圧レベルが大きくなるところがあり、冬の方が症状が重いと感じるとする発症者の発言と整合する結果が得られた。

４．３　聴感調査

４．３．１　概要

健康症状の発生に、音の聞こえ方、不快の感じ方という個人差がどのように影響しているかを調べるため、４．１．２の類似事案の調査を実施した世帯から、隣家のヒートポンプ給湯機運転による健康症状を訴えている者５名（以下「発症者群」という。）及び健康症状を訴えていない者５名（以下「対照者群」という。）の協力を得て、低周波音領域の聴覚閾値及び寝室許容値[55]に関する調査（以下「聴感調査」という。）を実施した。

以下では聴感調査の結果の概要を述べるが、詳細は参考資料２に記載した。

４．３．２　調査結果の概要

（1）血圧の変化について

被験者に対して低周波音を曝露する聴感調査の前後において、健康管理のために血圧と脈拍を測定したところ、発症者群において、調査前後での収縮期の血圧の変化が大きく、調査後には収縮期の血圧が上昇する傾向が明確に観測された。これは、低周波音の曝露によるストレスにより血圧が上昇したと考えられる[56]。

---

[54] 参考資料Ｓ１．３（２）を参照。

[55] 自宅の寝室で寝る状況を想定した場合の音環境として許容できる限界の音圧レベル。実際の測定方法は、参考資料Ｓ２．６（４）を参照。

[56] 参考資料Ｓ２．３を参照。

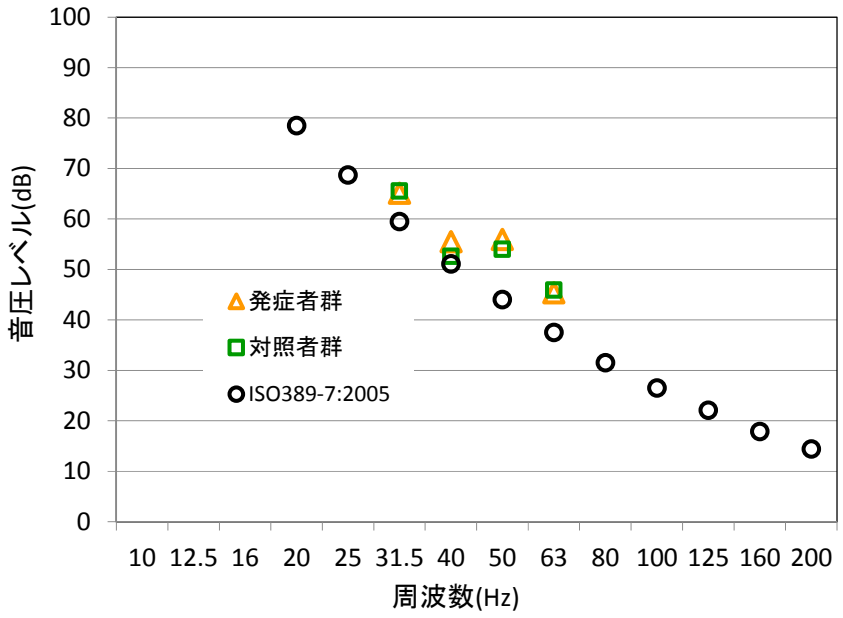
（２）聴覚閾値について

発症者群と対照者群を比較して低周波音領域を知覚する能力に何らかの違いがあるか、発症者群は低周波音への感度が高いという特徴を有するかを調査するため、発症者群及び対照者群それぞれの聴覚閾値を測定した[57]。

具体的には、低周波音領域の４つの周波数（31.5Hz、40Hz、50Hz、63Hz）の純音[58]を無響室において椅子に座った被験者に聞かせ、それぞれの音に対する聴覚閾値を測定した。

その結果をみると、群ごとの平均値でみて、低周波音領域における聴覚閾値は、発症者群と対照者群とで大きな違いはなく、ISO389-7に規定された聴覚閾値よりやや高いレベルにある[59]（図30参照）。

図30　聴覚閾値の測定結果



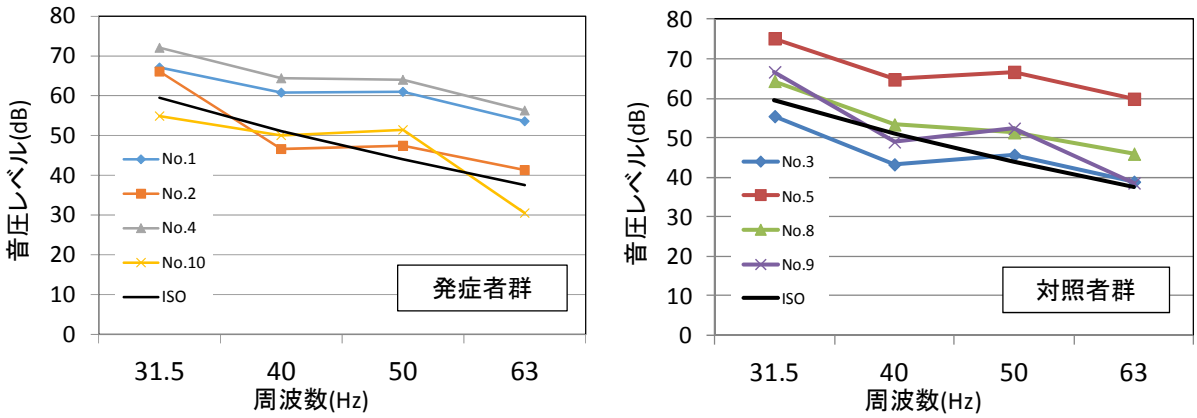
[57] 測定の当日、申出者１名及び対照者１名は一時的な耳鳴りなどのために正しく測定を受けられなかったため、発症者群４名及び対照者群４名について測定を行った。

[58] 純音とは、１つの卓越周波数だけで音が構成されている場合であり、波形は通常の正弦波関数となる。

[59] この結果と同様な結果が、先行研究の論文（犬飼幸男他「低周波音の聴覚閾値及び許容値に関する心理物理的実験-心身に係る苦情に関する参照値の基礎データ」，騒音制御 Vol.30，No.1(2006)，pp.61-70）においても示されている。

また、被験者ごとの測定結果ををみると、発症者群、対照者群ともに個人差が大きく、各周波数において15～20dBの幅でばらついている（図31参照）。被験者の年齢なども、これらのばらつきの要因である可能性が考えられる。

図31　聴覚閾値の被験者別の測定結果



（３）モデル音に対する寝室許容値の測定

次に、発症者群及び対照者群それぞれの寝室許容値を測定した。具体的には、40Hzの純音をヒートポンプ給湯機の運転音として用い、背景騒音（一般家庭の寝室で通常聞こえているであろう音を模擬した人工音）の中で許容できる上限の40Hzの純音の音圧レベル（寝室許容値）を測定[60]した。測定は、背景騒音なし（無響室の暗騒音）、背景騒音の騒音レベル20dB及び30dBの３種について行った。

その結果（図32参照）をみると、寝室許容値の平均値は背景騒音の騒音レベルが上昇するにつれて増加する傾向があり、背景騒音にはマスキングによる一定の効果があるものと考えられた。

また、被験者ごとの結果（表９、表10参照）をみると、概して寝室許容値は聴覚閾値に近いが、発症者群の方が対照者群よりその傾向が強い。すなわち、発症者群は、低周波音の卓越周波数を知覚すると、直ちに不快を感じることを示唆するものである[61]。

---

[60] 発症者１名は耳鳴りなどが原因で測定が正しく実験が行えなかったため、発症者４名及び対照者５名に対して測定を行った。

[61] 犬飼幸男「低周波音の心身に係る苦情に関する参照値の科学的知見Ⅰ」, 騒音制御, Vol. 30, No. 1(2006) pp. 29-35 でも、同様の傾向が指摘されている。

図32　寝室許容値の平均値の発症者群と対照者群との比較

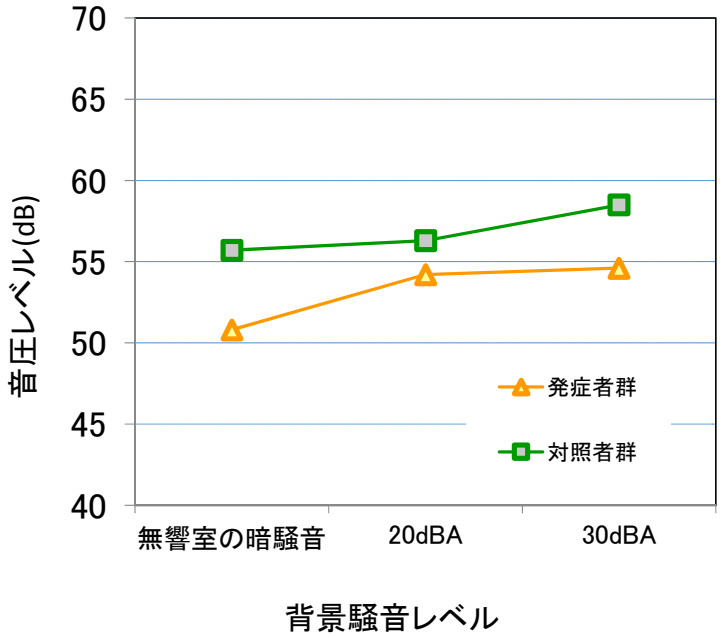


表９　発症者群の被験者ごとの寝室許容値の測定結果

試験音の背景騒音レベル	寝室許容値(dB)					
	No.1 60歳代	No.2 60歳代	No.4 70歳代	No.6 70歳代	No.10 40歳代	平均値
無響室の暗騒音	62.4	45.5	50.6	−	44.6	50.8
20dBA	62.8	44.1	63	−	46.9	54.2
30dBA	64.5	45.7	50.6	−	44.4	54.6
聴覚閾値	60.8	46.6	64.4		50.0	

表10　対照者群の被験者ごとの寝室許容値の測定結果

試験音の背景騒音レベル	寝室許容値(dB)					
	No.3 20歳代	No.5 80歳代	No.7 70歳代	No.8 40歳代	No.9 50歳代	平均値
無響室の暗騒音	46.5	71.1	48.2	53.0	60.0	55.7
20dBA	48.8	67.6	52.3	51.4	61.2	56.3
30dBA	49.0	69.5	60.0	51.5	62.4	58.5
聴覚閾値	43.3	64.8	−	53.4	49.0	

４．３．３　聴感調査のまとめ

（１）血圧の変化について

・聴感調査において、発症者群は対象者群に比べて、調査実施後の血圧の上昇が顕著である者が多かった。

（２）聴覚閾値について

・低周波音領域において、発症者群が対照者群と異なる聴覚閾値を有することを示唆するような結果は認められなかった。
・発症者群と対照者群の双方において聴覚閾値の個人間のばらつきが大きかった。

（３）寝室許容値について

・発症者群においては、対象者群と比較して、寝室許容値と聴覚閾値との差が小さい傾向がうかがわれた。すなわち、発症者群は、知覚すると直ちに不快を感じることが示唆された。

４．４　アンケート調査

発症者への聞取り等調査では、同じ住宅に居住していても健康症状を訴える者と訴えない者がいた。ヒートポンプ給湯機の運転音による健康症状を訴える者と訴えない者との間の環境要因及び個人要因における相違点を調査するため、インターネットを利用してアンケート調査を実施した[62]。

[62] アンケート調査はスクリーニング調査と本調査の２段階で行った。詳細は、参考資料３を参照。

４．４．１　調査方法

調査対象者は、調査会社の登録モニターの中から、一戸建てに住み、隣家がヒートポンプ給湯機を設置しており、かつ、自宅にヒートポンプ給湯機を設置していない者の中から、「健康上の影響がある」とする者（以下「健康影響あり群」という。）と、「気にならない」かつ「健康の影響は無い」とする者（以下「健康影響なし群」という。）を各150名[63]抽出し、両群から各100名の回収を得た時点で終了とする方法で調査した。

４．４．２　調査結果の概要

（１）「健康影響あり」群と「健康影響なし」群との比較

「健康影響あり群」と「健康影響なし群」との回答分布を比較すると、

① 居住地域（「健康影響あり群」では、「住宅地域」に住んでいる者の割合が高い。）

② 設置場所（「健康影響あり群」では、「自宅に近い」者の割合が高い。）

③ 音漏れに対する反応（「健康影響あり群」では、「とても気になる」者の割合が高い。）

等の項目で有意[64]な差がみられた。

他方、住居の構造（木造、鉄筋コンクリート造等）や周辺の静寂度といった項目では有意な差は認められなかった。なお、低周波音の健康症状への影響については個人の様々な気質が関係しているとの議論があるが、今回実施した調査・分析からは、個人の気質と健康症状の発生との間に関係は認められなかった。

（２）「健康影響あり」群への調査

「健康影響あり群」への調査からは、次のような点が挙げられ、これらは、４．１発症者への聞取り等調査における傾向とおおむね一致するものであった。

①生活への支障については、「かなりある」、「非常にある」と回答した者が25%、「少しある」が64%、「ほとんどない」が11%であった。

②発症時期については設置直後が39%、数か月後が38%となっており、設置

[63] 両集団の年齢層の割合が一致するようにした上で、その他の要素は無作為に抽出した。

[64] 有意水準５%。以下同じ。

からあまり時間を経ずに影響が発生していた。

③健康症状の重い部屋としては77%が「寝室」と回答していた。

④家族の有症状者の有無については、「あり」との回答が44%にとどまった（「なし」との回答は52%）。

４．５　据付けガイドブックの認知率調査

３．６（２）で述べたように、日本冷凍空調工業会が発行した据付けガイドブックには、騒音等の問題を避けるための据付け場所の選定ポイントが記載されている。他方、発症者への聞取り等調査では、据付けガイドブックに沿って設置されているとはいい難い事案が多数あった。そのため、据付けガイドブックが設置事業者にどの程度認知されているかについて調査した。

据付けガイドブックの認知率について、９都道府県の電器店及び電気工事業者（対象6,812社）から無作為に抽出し、かつヒートポンプ給湯機の据付けを行ったことがある395社と全国の工務店及びハウスメーカー（対象1,414社）のうち無作為に抽出した306社に対しアンケート調査を実施した。

その結果、据付けガイドブックの認知率は、電器店及び電気工事業者（回答238社）では約２割、工務店及びハウスメーカー（回答93社）では約３割であり、普及が不十分である状況が判明した。

表11　据付けガイドブックの認知率調査結果

調査対象	母数（加盟数）	アンケート送付数	回答状況		据付けガイドブックを知っているか		据付けガイドブックの認知率
			回答数	%	知っている	知らない	
電器店等（9都府県）	6,812	395	238	60.3	46	190	19.3%
工務店等（4協会）	1,414	306	93	30.4	28	65	30.1%

5　結論

５．１　ヒートポンプ給湯機と健康症状の関連について

ヒートポンプ給湯機の設置と発症者が訴える健康症状との関連性について、調査の結果から以下のとおり整理する。

（1）本件事案について

本件事案については、以下の点から、ヒートポンプ給湯機の運転音が申出者の健康症状の発生に関与していると考えられる。なお、運転音に含まれる低周波音については、申出者の健康症状の発生に関与している可能性があると考えられる。

①ヒートポンプ給湯機設置当初から健康症状が現れ、また、ヒートポンプ給湯機が電気温水器に交換されてからは健康症状が治まったことから、設置と健康症状の発生との間に時間的な関連が認められたこと（４．１．１参照)。

②申出者が訴える、場所（部屋）による症状の程度の違いと、現地での音測定で得られた各場所でのヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の違いに対応関係が認められたこと。また、低周波音領域以外の音では、場所による症状の程度の違いと整合する特徴は、みられなかったこと（４．２．１参照)。

（2）類似事案等も含めた事例分析

類似事案等も含めた聞取り等調査、音実測調査、アンケート調査、聴感調査による事例分析から、以下の点が明らかになった。これらのことから、健康症状の発生にヒートポンプ給湯機の設置が関与していることや、さらに③～⑤から、運転音に含まれる低周波音が健康症状の発生に関与していることを否定できないと考えられる。

①聞取り調査において、発症時期の多くはヒートポンプ給湯機が設置され

た時期[65]と同時期であること、また、ヒートポンプ給湯機を移設又は撤去したことで健康症状が改善した事案がみられるなど、時間的な関連が認められた （４．１．２参照)。

②アンケート調査において、自宅から隣家のヒートポンプ給湯機の設置場所までの距離が、健康症状の有無に対し有意であった （４．４．２参照)。

③類似事案のうち５事案について、現地での音実測調査を実施したところ、そのうち３事案において、本件事案と同様にヒートポンプ給湯機の運転音が室内に伝搬し、低周波音領域で卓越周波数を生じていることが確認された（４．２．４参照)。

④聞取り調査において、発症者が訴える健康症状が不眠、頭痛、めまい、吐き気等であること、窓を閉めた方が症状が重くなることがあること、同じ住宅内で不快に感じる場所（部屋）と比較的楽な場所（部屋)が存在する場合があることなど、他の低周波音に係る問題でみられる状況と共通する点がみられた（４．１．２参照)。

⑤聴感調査において、発症者群は対象者群に比べて、調査実施後の血圧の上昇が顕著である者が多かった（４．３．２参照)。

５．２　健康症状の発生に影響する可能性がある因子について

健康症状の発生に影響する可能性がある因子としては、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音のほか、設置状況、住宅固有の音の伝搬特性、個人因子があり、これらが健康症状の発生に複合的に関与している可能性が考えられる。

（１）設置状況について

一般的に音（音圧レベル）は音源からの距離が離れれば減衰するものであり、また、アンケート調査（４．４．２参照）では、隣家のヒートポンプ給湯機の設置場所と住宅との距離が、健康症状の発生の有無に対し有意であった。さらに、類似事案も含めた現地調査（４．１．２参照）によれば、過半数の事案で、

[65] 発症者が、ヒートポンプ給湯機に隣接した住宅に入居した時期との回答も含む。

ヒートポンプ給湯機の設置場所から発症者の寝室までの距離が５m以下であったり、発症者宅の窓や換気扇などの開口部の近くにヒートポンプ給湯機が設置されていることが確認された。

これらのことから、ヒートポンプ給湯機の設置状況が発症に影響することが考えられる。

ヒートポンプ給湯機の設置については、日本冷凍空調工業会が据付けガイドブックにおいて、隣家も含めた寝室の傍を避けること、開口部（窓、床下通風口など）から極力距離をとること等を記載している。しかし、アンケート調査では、据付けガイドブックは住宅事業者、設置事業者等に十分に認知されていない状況がわかった（４．５参照)。

（２）住宅固有の音の伝搬特性について

住宅はそれぞれ、音に係る伝搬や定在波の発生について固有の特性を有している。申出者宅内の音特性等実測調査の結果（４．２参照）から、住宅固有の定在波周波数とヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数がほぼ一致した場合には、住宅内でも場所によって顕著に卓越周波数が発生する可能性があると考えられる。

また、窓等を開放することで、住宅の伝達特性が変化し、部屋内で広帯域の音圧レベルが上昇することが確認された。これにより、特定の周波数の卓越が相対的に低減されることが考えられるが、窓等を開けると症状が楽になるとの一部の発症者の発言と整合する。

これらのことから、住宅固有の音の伝搬特性が発症に影響することが考えられる。

（３）個人因子について

同一住宅内でも発症した者と発症していない者が存在することから、個人因子が何らかの影響を与えている可能性が考えられる。しかし、低周波音固有の人体への影響の有無とそのメカニズムは、学術的に不明な点も残されているのが現状である。今回の事故調査では、低周波音に関する既存の研究を基に、同様の検証を行った。

聴感調査（４．３．２参照）において、先行研究と同様、症状を訴えている

者は、症状を訴えていない者と比較して、低周波音の寝室許容値と聴覚閾値との音圧レベル差が小さく、知覚すると直ちに不快に感じる傾向が示唆された。

一方、症状を訴えている者が、症状を訴えていない者と比較して、低周波音領域を含め聴覚閾値が低い（耳の感度が高い。）ことはなく、両者の聴覚閾値には大きな違いはなかった。また、両者ともに個人間での聴覚閾値にばらつきがみられた。

なお、低周波音の健康症状への影響については、個人の気質が関係しているとの議論があり、聞取り調査においても「神経質である。」と非難されたとの主張もあった。しかし、今回実施した調査・分析からは、個人の気質と健康症状の発生との間に関連は認められなかった。

５．３　健康症状が発生した場合の問題の解決について

ヒートポンプ給湯機の運転音の問題は、隣家が所有するものが多く、解決が難しいものとなっている。低周波音は、人に聞こえにくい領域の音であること、音の聞こえ方に個人差があることなどから音源の特定が難しいこと、また、設置者の理解を得ることが難しいことも、解決を難しくしていると考えられる。

また、環境省の示す参照値は、３．５（２）で述べたとおり、寄せられた相談が低周波音によるものかどうかを判断するための材料の１つではあるが、感受性等に個人差があることもあり、参照値以下であっても低周波音が原因である場合も否定できないとされている。他方、発症者への聞取り調査においては、製造事業者等によって、測定値が参照値以下であることから、対応がなされない事例がみられた。５．２（３）に述べたように健康症状の発生には個人因子も影響する可能性を考慮すると、一定の音圧レベルによっては一律に対応できない場合があると考えられる。

６　リスク低減策

５．１で述べたように、発症者の健康症状の発生にヒートポンプ給湯機の設置が関連していることは否定できないと考えられる。また、発症した者と発症していない者がいるものの、発症者が訴える症状の程度は、日常の生活に支障を来すほどのものであり、関係する行政機関、事業者等において、健康症状の発生リスクの低減や症状の軽減に向けた取組が必要と考えられる。

５．２で述べたように、健康症状の発生に影響する可能性がある因子としては、運転音のほか、設置状況、住宅固有の音の伝搬特性、個人因子があり、これらが健康症状の発生に複合的に関与している可能性が考えられる。

一般に低周波音は、壁や塀等により伝搬が低減される効果が通常の騒音よりも低いとされ、また、住宅固有の音の伝搬特性や、個人因子を変えることは困難であることから、まずは、発生源での対策（設置状況や運転音の改良）が中心になると考えられる。

他方、同一の住宅に居住していても、健康症状を発生した者と発生していない者がいるが、低周波音が健康に与える影響の有無及びそのメカニズム（発症の条件、生理的な発症メカニズム等）には不明な点もある。そのメカニズムを更に解明することで、将来的な、製品改良等を通じた未然防止や、健康症状発生時の対応等の検討に寄与すると考えられる。

現時点において、万能な対策を示すことは困難であるが、こうした取組によりできるだけ発症のリスクを低減するとともに、なお残るリスクに備えて、健康症状が発生した場合の対応の改善についても併せて検討されるべきと考えられる。

（１）設置上の対策

据付けガイドブックには、隣家の寝室の傍を避けること、隣家の開口部（窓、床下通風口など）から極力距離をとること等が記載されているが、据付ガイドブックが住宅事業者、設置事業者等に十分に普及しておらず（４．５参照)、現地調査によっても、寝室や開口部近傍への設置等の例が多くみられた（４．１．２（８）参照)。

①聞取り調査によれば、最も不快な場所（部屋）としてほとんどが寝室を挙げ、不眠の症状を訴える者が多い（４．１．２（２）参照)。

②また、一般的に音（音圧レベル）は音源からの距離が離れれば減衰するものであり、隣家のヒートポンプ給湯機の設置場所と住宅との距離が、健康症状の有無に対し有意であった（４．４．２参照）こと等から、ヒートポンプ給湯機からの距離が因子の１つと考えられる（５．２（１）参照)。

こうしたことから、ヒートポンプ給湯機の設置に際し、隣家の寝室の傍を避け、かつ開口部から極力距離を取ることを推進するために、据付けガイドブックの活用を促すことで、全ての事案を防げるとは限らないものの、発症リスクの低減や症状の軽減に一定の効果があると考えられる。

また、新築時に設置されるヒートポンプ給湯機の多くの場合には住宅事業者が設置場所を決めていると考えられるが、そのような場合に、住宅の設計者に据付け場所の選定ポイントなどの情報が提供されるよう配慮する必要がある。

（２）消費者への周知

上述の据付けガイドブックに沿った設置を円滑に行うには、ヒートポンプ給湯機の所有者の理解が重要である。そのため、ヒートポンプ給湯機の購入前に、設置状況によってはヒートポンプ給湯機の運転音に起因した健康症状を訴える者が生じる可能性があることを、製品カタログに記載する等により消費者に伝えることも有効と考えられる。

（３）低周波音の音圧レベルの表示

現在、JIS規格に従って、製品カタログや取扱説明書等に表示されている音圧レベルは、聴感度補正した音全体の騒音レベル（A特性音圧レベル）となっており、必ずしも100Hz以下の低周波音を十分に反映した値ではない。

したがって、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の音圧レベルの表示の在り方について検討し、消費者の選択に資することが考えられる。また、こうした表示制度の普及が製造事業者による低周波音低減のための製品開発を促すことにもつながると考えられる。

（４）運転音の改善

一般に、低周波音の場合、卓越した周波数成分が問題となることが多く、ま

た、本件事案においても、低周波音領域の卓越周波数が発症に影響している可能性が考えられた。根本的なリスク低減策としては、ヒートポンプ給湯機から生じる卓越した低周波音領域の音圧レベルの低減等に向け、製品開発を行っていくことが有効と考えられる。

（５）低周波音による人体への影響についての研究

同一の住宅に居住していても、健康症状を発生した者と発生していない者がいるなど、低周波音による人体への影響の有無及びそのメカニズム（発症の条件、生理的な発症メカニズム等）には不明な点もある。

こうしたメカニズムの解明は、製品改良等を通じた未然防止や、健康症状発生時の対応等の検討に寄与すると考えられる。

（６）健康症状が発生した場合の対応

ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとの訴えがあった事案について、既設のヒートポンプ給湯機も含めて、製造事業者は、個々の事案に応じて、健康症状の軽減に向けたヒートポンプ給湯機に関する具体的な対策を検討し提案するとともに、その履行がなされるように取り計らうなど丁寧に対応すべきである。

また、環境省が定めた参照値があたかも基準値であるかのように扱われている事例がみられた。健康症状の発生には個人の特性等も影響すると考えられ、一定の音圧レベルによって一律に対応すべきものではなく、参照値以下であっても慎重な判断が必要な場合があることについて、一層明確に周知すべきである。

さらに、紛争となった場合の地方公共団体における適切な公害苦情対応についても検討すべきである。

7　意見

低周波音固有の人体への影響の有無及びそのメカニズムには不明な点もあるため、現時点においては、ヒートポンプ給湯機の運転音による不眠等の健康症状の発生を根本的に防ぐ対策を示すことは困難であるが、健康症状発生のリスクをできるだけ低減するとともに、より根本的な再発防止策の検討と発症時の対応の改善を進めるため、経済産業省、環境省、消費者庁及び公害等調整委員会は以下の取組を行うべきである。

（1）リスク低減のための対策

①経済産業省は、住宅の設計・施工時における据付けガイドブックの活用を促すため、住宅事業者や設置事業者へ据付けガイドブックの説明及び普及を促進し、適切な時期にその効果の確認を行うよう、日本冷凍空調工業会を指導すること。

②経済産業省は、設置状況によってはヒートポンプ給湯機の運転音に起因した健康症状を訴える者が生じる可能性があることを、製品カタログに記載する等により、消費者に伝わるよう、製造事業者を指導すること。

③経済産業省は、低周波音が健康症状を発生させる可能性があることに鑑み、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の更なる低減等に向けて、製品開発を行う際に配慮するとともに、低周波音の表示の在り方について検討を行うよう、製造事業者を促すこと。

④環境省は、低周波音の人体への影響について、一層の解明に向けた研究を促進すること。

（2）健康症状の発生時の対応

⑤経済産業省は製造事業者に対して、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとする個々の事案に対応して、製造事業者が健康症状の軽減に向けたヒートポンプ給湯機に関する具体的な対策を検討し提案するとともに、その履行がなされる

ように取り計らうなど丁寧な対応に努めるよう、指導すること。

⑥消費者庁は、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとの苦情相談への対応方法を地方公共団体に周知すること。

⑦環境省は、現場での音の測定値が参照値以下であっても慎重な判断を要する場合があることを、一層明確に周知すること。

⑧公害等調整委員会は、紛争となった場合の地方公共団体における適切な公害苦情対応について検討を行い、地方公共団体に対して指導、助言を行うこと。

参　考　資　料

目次

参考資料１　定在波の調査 1
　Ｓ１．１　調査の目的 1
　Ｓ１．２　測定・分析方法 1
　Ｓ１．３　測定・分析結果 3
参考資料２　聴感調査 7
　Ｓ２．１　調査の目的 7
　Ｓ２．２　被験者 7
　Ｓ２．３　健康調査 8
　Ｓ２．４　聴力レベル検査 9
　Ｓ２．５　聴覚閾(いき)値の測定 13
　Ｓ２．６　収録音に対する寝室許容値の測定 16
　Ｓ２．７　モデル音に対する寝室許容値の測定 20
　Ｓ２．８　聴感調査結果のまとめ 23
参考資料３　アンケート調査 24
　Ｓ３．１　調査の目的 24
　Ｓ３．２　調査方法 24
　Ｓ３．３　調査結果 25

参考資料１　定在波の調査

Ｓ１．１　調査の目的

本件事案では、住宅の壁による減衰がほとんどない卓越周波数が観測された。また、先の発症者の聞取り等調査では、部屋の中でも聞こえ方が異なり、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が強いとの発言もみられた。

そこで、本件事案の住宅環境を用いて住宅内への音に関する伝達特性と定在波周波数について、測定・分析を実施した。

Ｓ１．２　測定・分析方法

症状の程度の強い「１階和室」と「１階洋間」を１つの測定空間（１階両室）とし、次に示す測定手順で行った。

測定手順

①ヒートポンプユニットが設置されていた場所にスピーカーを設置して、低周波音で、20Hzから100Hzの各周波数で音エネルギーが等しくなるように作った人工音を発生させた。同時に、Ｓ点（スピーカーに近い場所）で音圧レベルを測定した。

②申出者宅地内及び申出者宅内において、Ｍ点（0.5m間隔、全部で241の測定点）で、音圧レベルを測定した。

③測定結果（以下「計測音群」という。）をコンピュータにより解析して、音圧レベルの分布及び定在波周波数を算出した。

伝達特性[1]とは、Ｓ点（音源側）からＭ点（受音側）への音の伝わりやすさを表しており、簡易的には、次式のように示すことができる。

伝達特性＝測定点Ｒの音圧レベルー測定点Ｓの音圧レベル

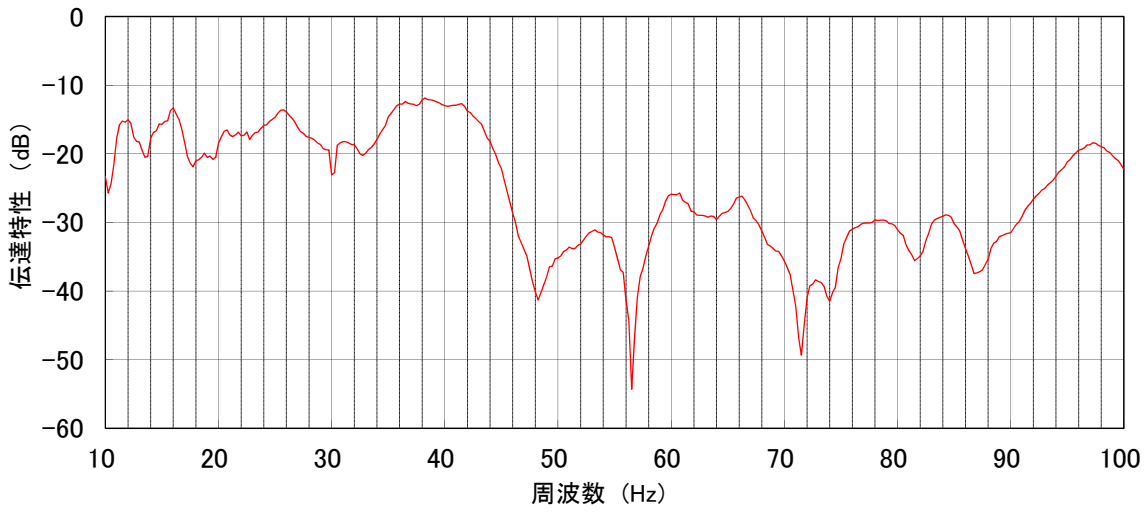
例えば、Ｓ点（音源側）で100dBの場合、Ｍ点（受音側）で70dBと観測されると、伝達特性は-30dBとなる。伝達特性が大きいほど、受音側の音圧レベルが大きくなり音が伝わりやすいことになる。

本件事案において、１階洋間の窓際にＭ点を設置した場合の伝達特性を図1-1に示す。

[1] 通常の伝達特性では、音圧レベルだけでなく位相の差分を取り扱うが、本報告書では、位相については取り扱わない。

40Hz付近に-10dB程度の伝達特性のピークがみられ、他の周波数よりも伝わりやすいことが認められる。このように、音の周波数によって伝わりやすさが異なることが認められる。

図 1-1　本件事案の１階洋間窓際での伝達特性



Ｓ１．３　測定・分析結果

本件事案において、定在波測定を行った。実施日時と気象条件を以下に示す。

平成26年1月21日　午後３時～午後６時

降雨なし、温度　６～10℃、風速　４m/s以下

（１）定在波測定

「１階和室」及び「１階洋間」を合わせた１階両室における測定で求められた定在波周波数と、本件事案の現地調査１日目のヒートポンプ給湯機の運転時前半で観測された卓越周波数を表1-1に示す。

この結果、100Hz以下で複数の定在波周波数が確認され、ヒートポンプ給湯機運転音の卓越周波数とほぼ一致する複数の定在波周波数が認められた（表1-1（左）に網がけで示す。）。

また、室内における伝達特性のレベル差は定在波の周波数ごとに異なっており、室内空間の３つの断面で以下に示すように大きな音圧レベル差があり、定在波があることがうかがえた。定在波の分布を図 1-2（XZ 平面）及び図 1-3（XY 平面）及び図 1-4（YZ 平面）に示す。特に、図 1-2、図 1-3 からは、壁際や窓際の音圧レベルが大きい定在波の音圧レベルの分布があり、壁際の方がつらいという事案２の発症者の発言などと整合することが認められた。

XZ平面42.5Hz：最大レベル差＝20dB

XY平面49Hz　：最大レベル差＝40dB

YZ平面96Hz　：最大レベル差＝25dB

さらに、表1-1に示すヒートポンプ給湯機の運転音卓越周波数と定在波が一致する周波数において部屋内で伝達特性のレベル差は15～35dB程度であった。

表 1-1　定在波周波数一覧（左）とヒートポンプ給湯機の卓越周波数（右）

番号	定在波周波数（Hz）
1	30.75
2	35.00
3	42.50
4	44.50
5	49.00
6	55.50
7	63.00
8	68.00
9	73.25
10	78.50
11	84.75
12	89.75
13	96.00
14	99.00

番号	卓越周波数(Hz) ヒートポンプ給湯機 運転時前半(1日目)
1	25
2	40
3	50
4	75
5	80.5
6	100

図 1-2　XZ 平面　定在波（42.5Hz、伝達特性コンタマップ[2]）

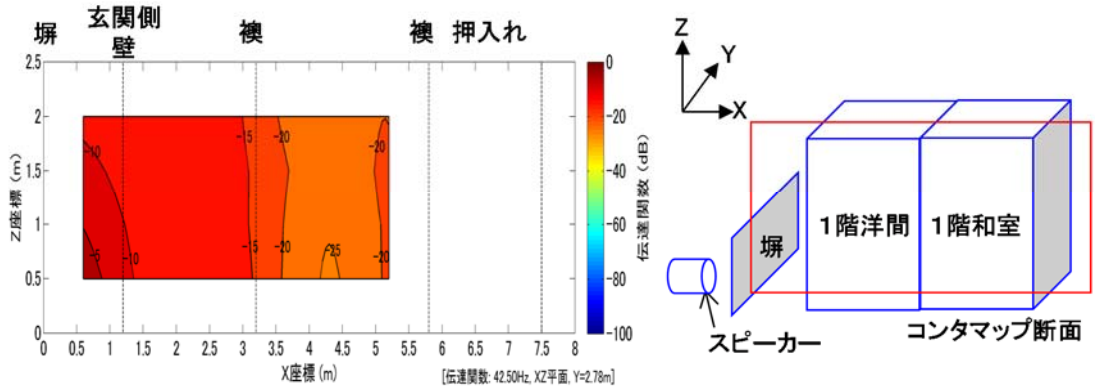


図 1-3　XY 平面　定在波（49Hz、伝達特性コンタマップ）

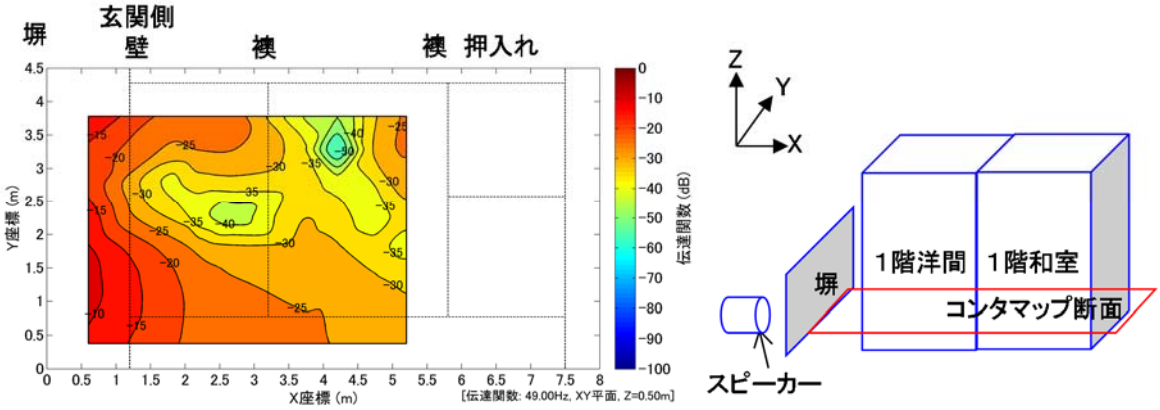
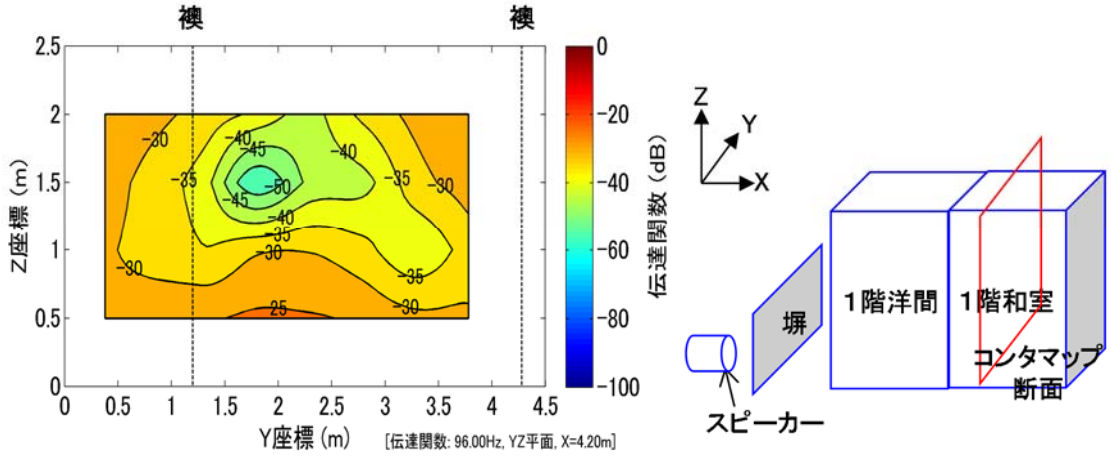


図 1-4　YZ 平面　定在波（96Hz、伝達特性コンタマップ）



[2] ここでいう伝達特性とは住居内部の音圧レベルを反映しているが、伝達特性コンタマップとは、その等高線図のことをいう。

（2）窓等の開閉による影響調査

聞取り調査等の結果から、窓を開けることで楽になるとの発言もある。そこで、窓や襖等を開放した際に定在波がどのように変化するかを調査した。

調査は、対象の部屋にある窓、襖、引き戸、天窓（以下「窓等」という。）の全てを開けた場合と閉めた場合の違いを明確にするために、窓等の開閉による定在波周波数の変化、及び窓等の開閉によるコンタマップでの違いを比較調査した。

その結果、窓等開放時に定在波周波数が変化していた（表 1-2 参照）。また、閉鎖時に比べ開放時は、伝達特性レベルの低い部分が上昇することにより、結果として室内の伝達特性レベル差は、小さくなった（図 1-5、図 1-6 参照）。

以上の調査から、窓等の開閉で定在波の周波数が変化すること、窓等を開放することで広帯域の音圧レベルが上昇することが分かった。これは、窓等を開放することで相対的に卓越周波数の音圧レベルの低減やいわゆるマスキングにより、卓越周波数の影響が緩和されたものと考えられる。

表 1-2　窓等の開放時の定在波周波数（左）と閉鎖時の定在波周波数（右）

番号	定在波周波数 (Hz)
1	20.50
2	22.50
3	42.25
4	47.75
5	60.00
6	73.25
7	97.00

番号	定在波周波数 (Hz)
1	30.75
2	35.00
3	42.50
4	44.50
5	49.00
6	55.50
7	63.00
8	68.00
9	73.25
10	78.50
11	84.75
12	89.75
13	96.00
14	99.00

図 1-5　窓等の開閉時の比較（１両室　42.5Hz/XZ 平面　伝達特性コンタマップ）

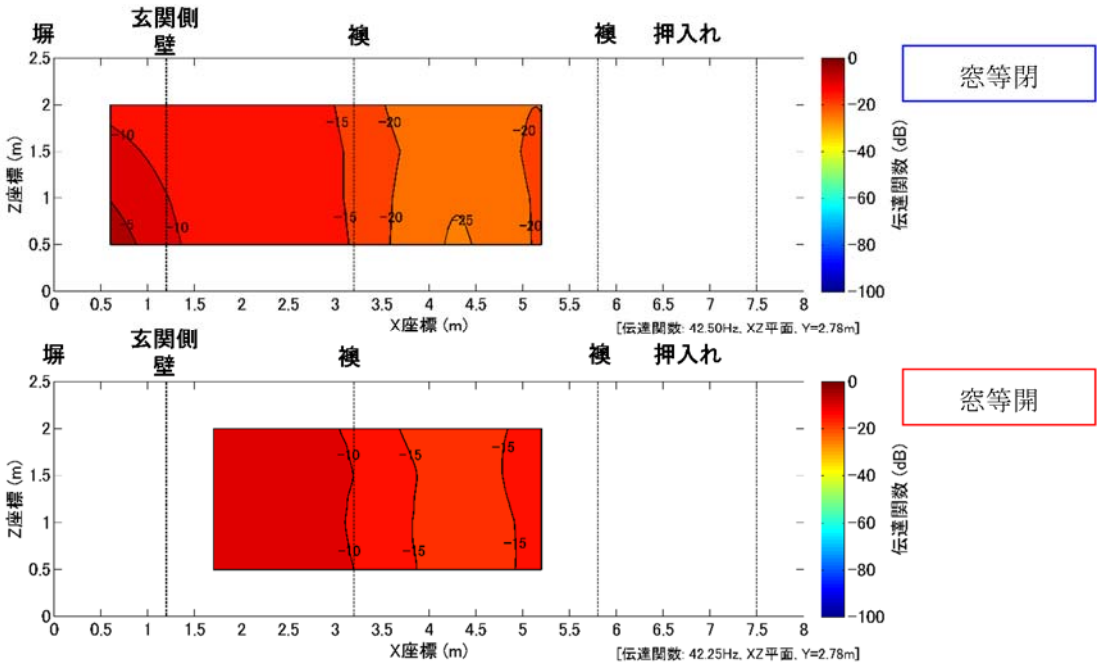
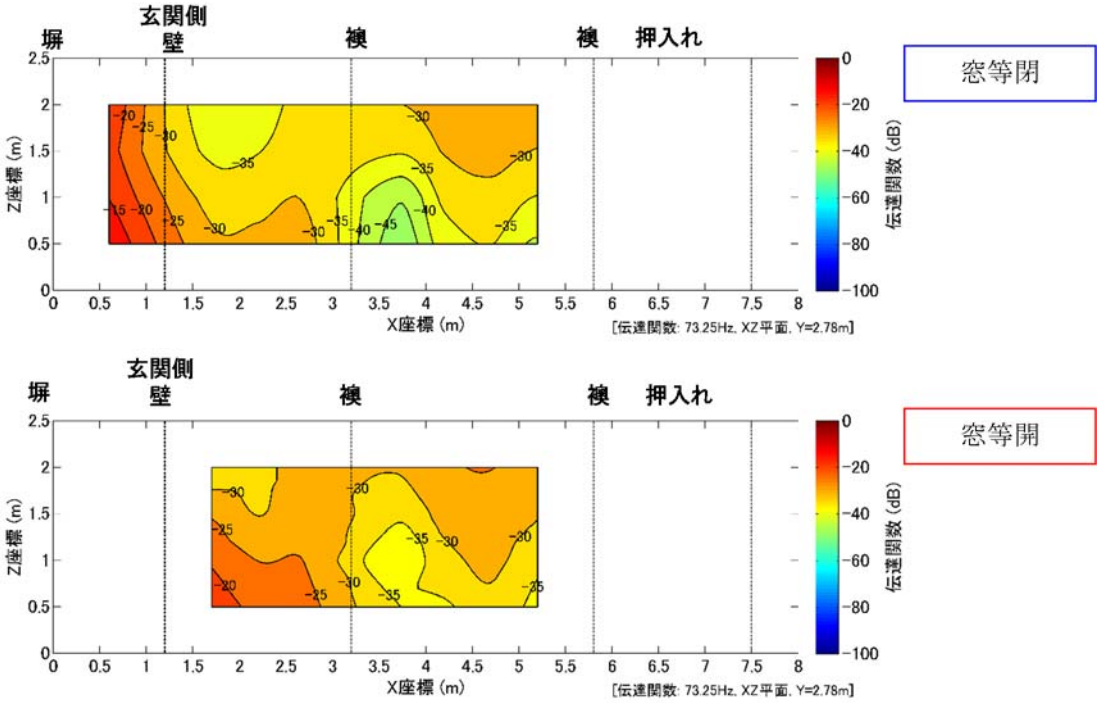


図 1-6 窓等の開閉時の比較（１階両室　73.25Hz/XZ 平面　伝達特性コンタマップ）



参考資料２　聴感調査

Ｓ２．１　調査の目的

この聴感調査の目的を以下に示す。

①発症者群（ヒートポンプ給湯機による健康症状を訴えている者)は、対照者群（ヒートポンプ給湯機による健康被害を訴えていない者）と比較して聴覚、特に低周波領域の聴覚閾値(いき)及び許容限度に何らかの違いがあるのかどうかを調べること。

②ヒートポンプ給湯機から発生する音について、特に不快感を生じさせる何らかの特性があるかどうかを調べること。

Ｓ２．２　被験者

被験者は、申出者と申出者の同居者から選定した下記の10名とした。

・ヒートポンプ給湯機から生じる音により健康障害を訴えている者５名

・ヒートポンプ給湯機から生じる音により健康障害を訴えていない者５名

これらの被験者の詳細と測定日の一覧を表2-1に示す。

表 2-1　被験者と測定日の一覧

被験者No.	性別	年齢	群	測定日	事案No.
1	女性	60歳代	発症者	2月24日(月)	6
2	女性	50歳代	発症者	2月24日(月)	12
3	女性	20歳代	対照者	2月24日(月)	12
4	女性	70歳代	発症者	2月25日(火)	9
5	男性	80歳代	対照者	2月25日(火)	9
6	女性	70歳代	発症者	2月27日(木)	3 注1
7	男性	70歳代	対照者	2月27日(木)	3 注1
8	女性	40歳代	対照者	2月27日(木)	3 注1
9	男性	50歳代	対照者	2月27日(木)	3 注1
10	女性	40歳代	発症者	2月28日(金)	13

注1：別居家族を含む

Ｓ２．３　健康調査

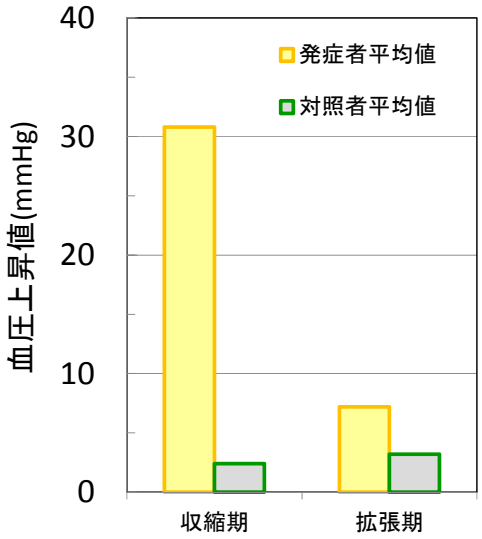
（１）調査の目的と方法

聴感調査の前後で、各被験者の健康状態を確認するために、健康調査を行った。調査直前に各被験者に自記式の問診票を記入してもらうとともに、聴感調査の前後で血圧を測定して、当日の体調の確認を行った。

（２）調査の結果

調査の前後で実施した血圧の測定値を被験者群ごとに平均した結果を図2-1に、調査前後の脈拍数の変化を図2-2に示す。発症者群において、調査前後での収縮期の血圧の変化が大きく、調査後には収縮期の血圧が上昇する傾向が明確に観測された。これは、低周波音の曝露によるストレスにより血圧が上昇したと考えられる。

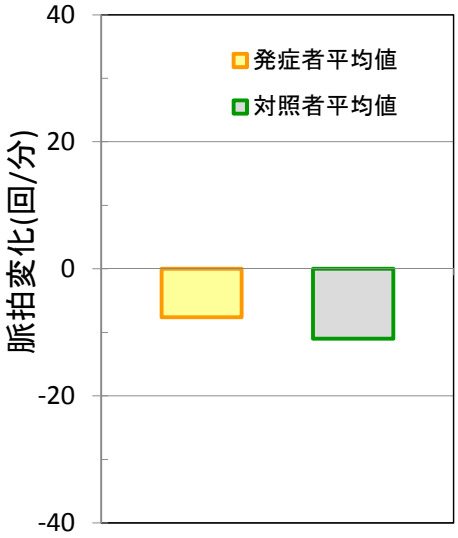
図 2-1　調査後における血圧上昇



発症者群平均値
　調査前　収縮期血圧=143.4 mmHg
　調査後　収縮期血圧=174.2 mmHg
　調査前　拡張期血圧= 83.8 mmHg
　調査後　拡張期血圧= 91.0 mmHg

対照者群平均値
　調査前　収縮期血圧=135.8 mmHg
　調査後　収縮期血圧=138.2 mmHg
　調査前　拡張期血圧= 74.4 mmHg
　調査後　拡張期血圧= 77.6 mmHg

図 2-2　調査前後における脈拍の変化



発症者群平均値
　調査前　脈拍=82.6 回/分
　調査後　脈拍=75.0 回/分

対照者群平均値
　調査前　脈拍=71.2 回/分
　調査後　脈拍=61.2 回/分

Ｓ２．４　聴力レベル検査

（１）検査の目的と方法

被験者の聴覚の基礎特性を得るために聴力測定を行った。無響室において被験者ごとに、オージオメータを用いて125Hz～８kHzに対する聴力検査を実施した。

（２）検査結果

被験者10名中、発症者の１名については、測定当日の一時的な体調不良及び耳鳴りが原因で正しく検査が行えなかったため、発症者４名、対照者５名について分析を行った。群ごとに平均した聴力検査結果を図2-3に、発症者群の被験者ごとの検査を図2-4、図2-5に示す。

図 2-3　発症者群と対照者群の聴力レベル平均値の比較（左耳、右耳）

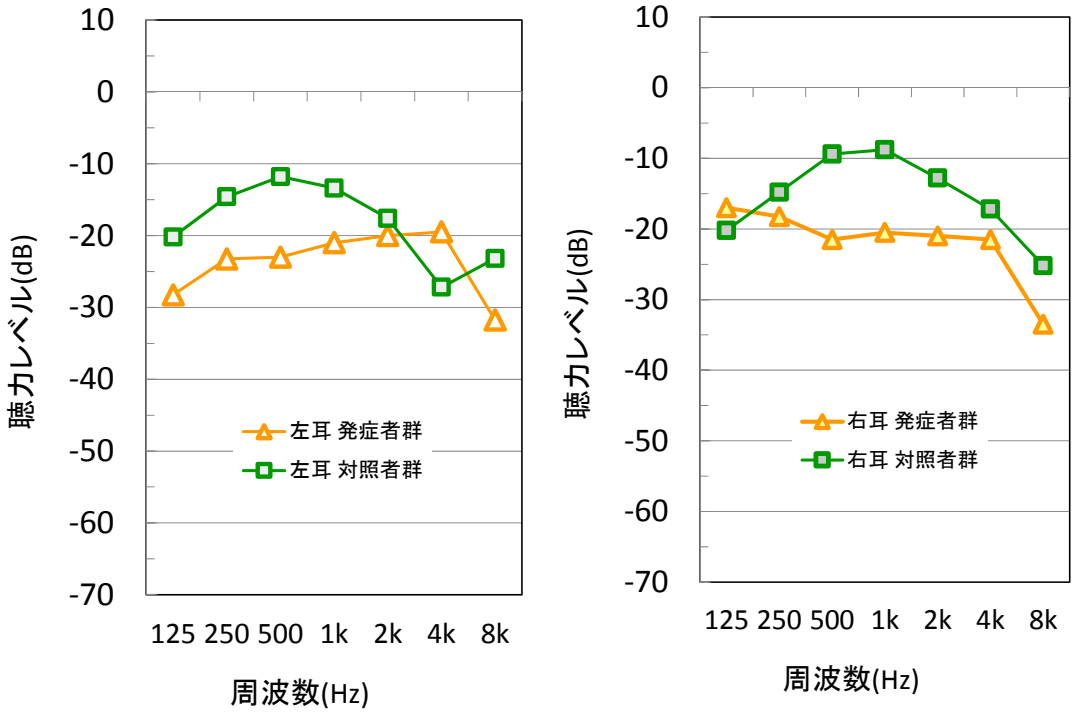


図 2-4　発症者群の被験者ごとの聴力検査結果

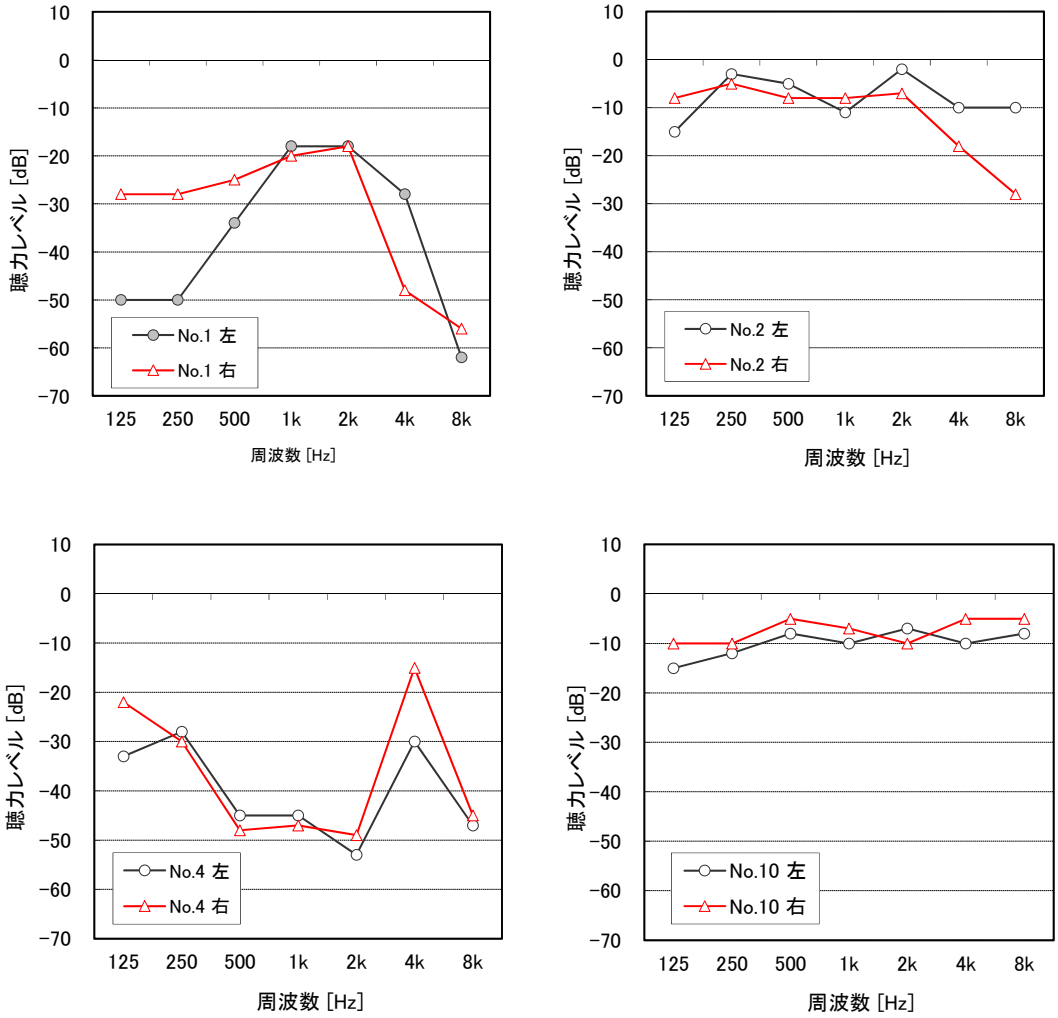
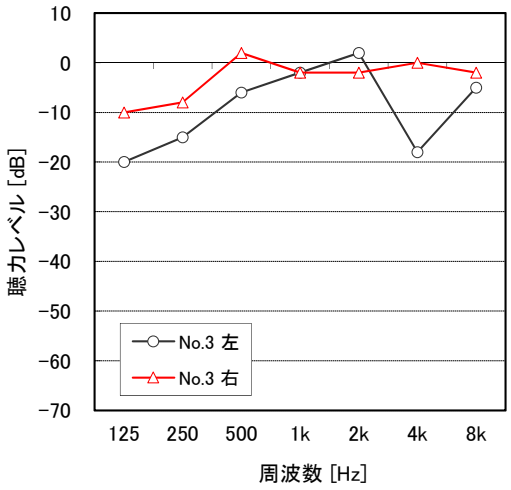
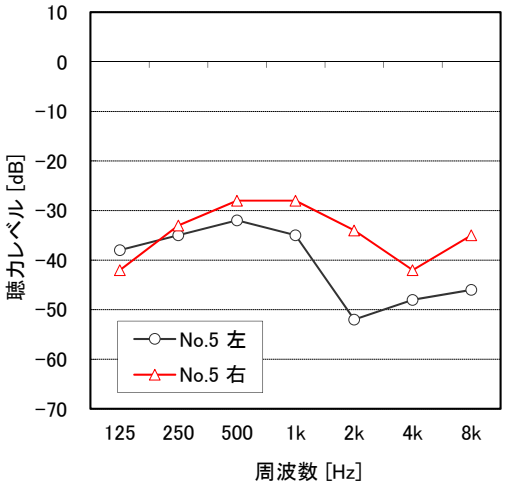
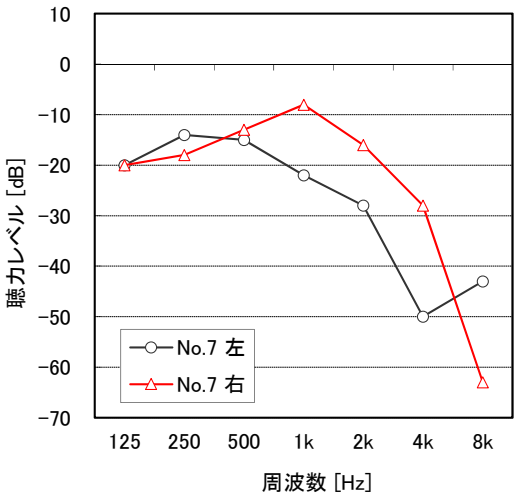
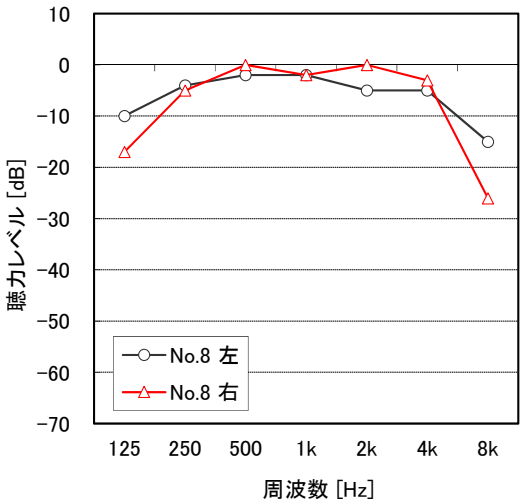


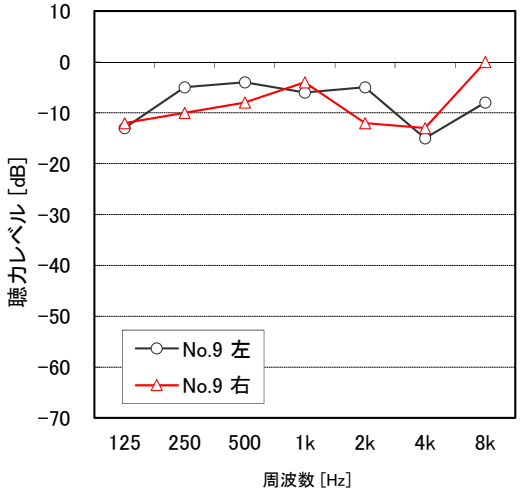
図 2-5　対照者群の被験者ごとの聴力検査結果









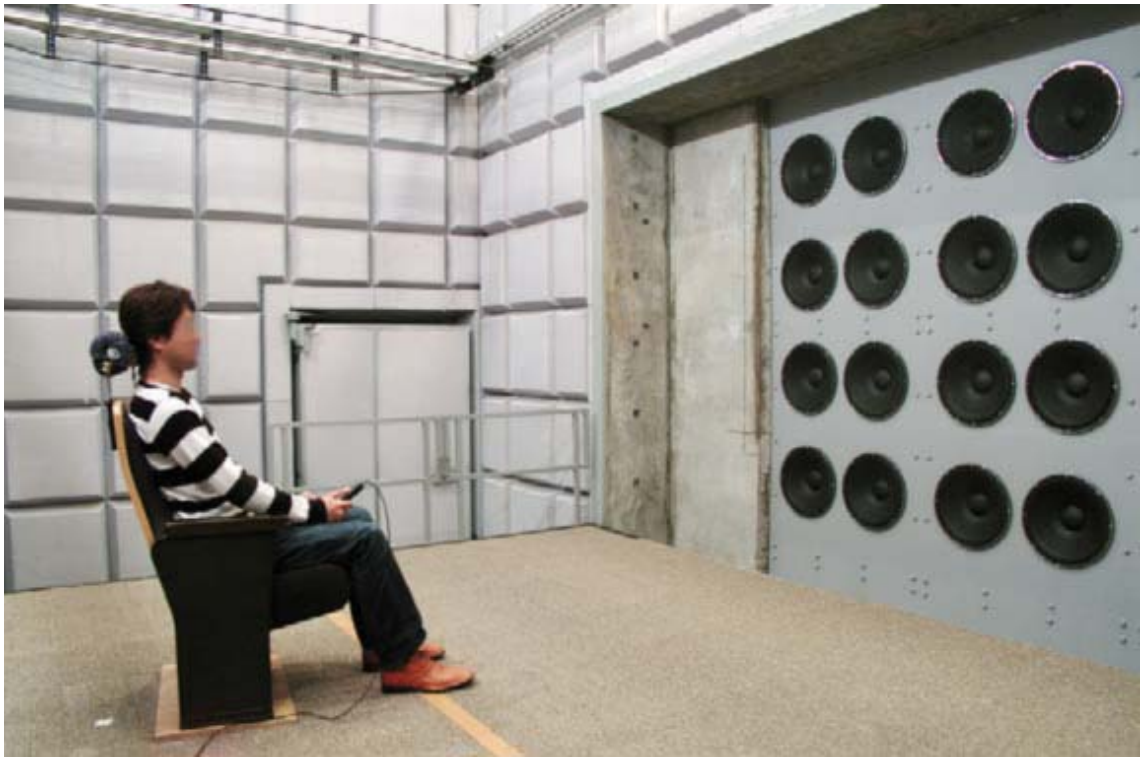


Ｓ２．５　聴覚閾値の測定

（１）測定システム

測定システムとしては、20Hz以下の超低周波音領域の再生が可能な東京大学生産技術研究所の応用音響工学実験設備を利用した。この実験設備は、低音再生用スピーカー（ウーファー）16台とそれらを駆動するための電子機器から構成されており、レベル校正された正確な超低周波音を再生できる。この実験設備における聴覚閾値測定の様子を図2-6に示す。

図 2-6　聴覚閾値の測定の様子



（２）試験音の概要

低周波音領域の典型的な周波数として、1/3オクターブバンド中心周波数の31.5Hz、40Hz、50Hz、63Hzの４種類の純音を評価対象音とした。これらの試験音を、無響室において椅子に座った被験者に暴露し、それぞれの音に対する閾値を測定した。

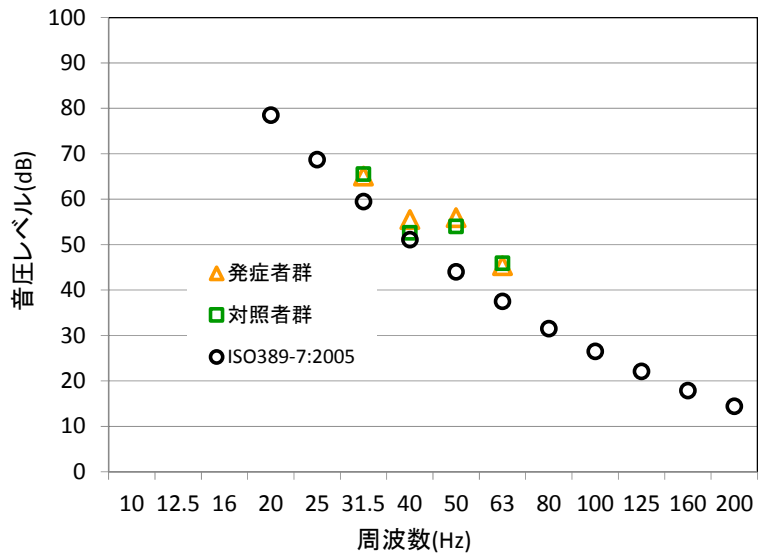
（３）測定の概要

この測定では適応法（単純上下法）と呼ばれる手法を採用した。具体的には、大きな音から次第に下降させて聞こえなくなる直前の値を求める下降系列の測定を実施し、次に、小さな音から次第に上昇させていき初めて聞こえた値を求める上昇系列の測定を実施し、最後に再度下降系列の測定を実施し、これらの下降系列２回と上昇系列１回の測定値の平均値を各周波数の聴覚閾値とした。

（４）測定結果

被験者10名中、発症者１名及び対照者１名については、当日の一時的な耳鳴りなどが原因で正しく実験が行えなかったため、発症者４名、対照者４名について測定を行った。その結果を、図2-7に示す。群ごとの平均値でみると、低周波音領域における聴覚閾値は、発症者群と対照者群とで大きな違いはなく、ISO 389-7に規定された閾値曲線よりやや高いレベルにある。この結果は、犬飼らが発表した結果[3]と比較して、矛盾がない結果と考えられる。

図 2-7　聴覚閾値の測定結果



被験者ごとの測定結果を表2-2、表2-3、図2-8に示す。発症者群、対照者群共に個人差が大きく、各周波数において15～20dBの幅でばらついている。表2-2と表2-3に示した年齢な

[3] 犬飼幸男他「低周波音の聴覚閾値及び許容値に関する心理物理的実験-心身に係る苦情に関する参照値の基礎データ」，騒音制御 Vol. 30，No. 1(2006)，pp. 61-70

ども、これらのばらつきの要因である可能性が考えられる。

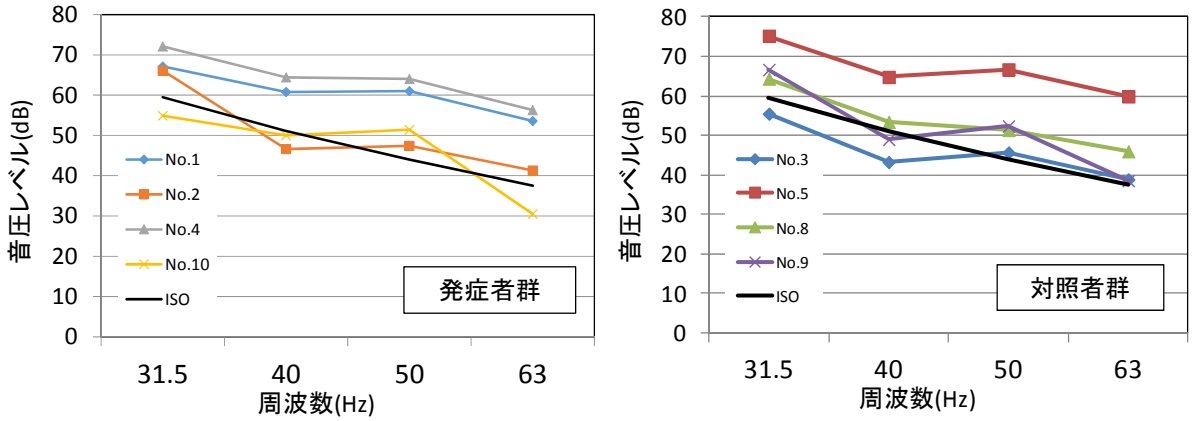
表 2-2　発症者群の聴覚閾値の被験者別結果

周波数(Hz)	聴覚閾値(dB)					
	No.1 60歳代	No.2 60歳代	No.4 70歳代	No.6 70歳代	No.10 40歳代	ISO
31.5	67.1	66.1	72.1	–	54.9	59.5
40.0	60.8	46.6	64.4	–	50.0	51.1
50.0	61.0	47.4	64.0	–	51.4	44.0
63.0	53.6	41.3	56.3	–	30.5	37.5

表 2-3　対照者群の聴覚閾値の被験者別結果

周波数(Hz)	聴覚閾値(dB)					
	No.3 20歳代	No.5 80歳代	No.7 70歳代	No.8 40歳代	No.9 50歳代	ISO
31.5	55.5	75.2	–	64.4	66.7	59.5
40.0	43.3	64.8	–	53.4	49.0	51.1
50.0	45.7	66.7	–	51.4	52.4	44.0
63.0	38.9	59.9	–	46.0	38.6	37.5

図 2-8　聴覚閾値の被験者別の測定結果



Ｓ２．６　収録音に対する寝室許容値の測定

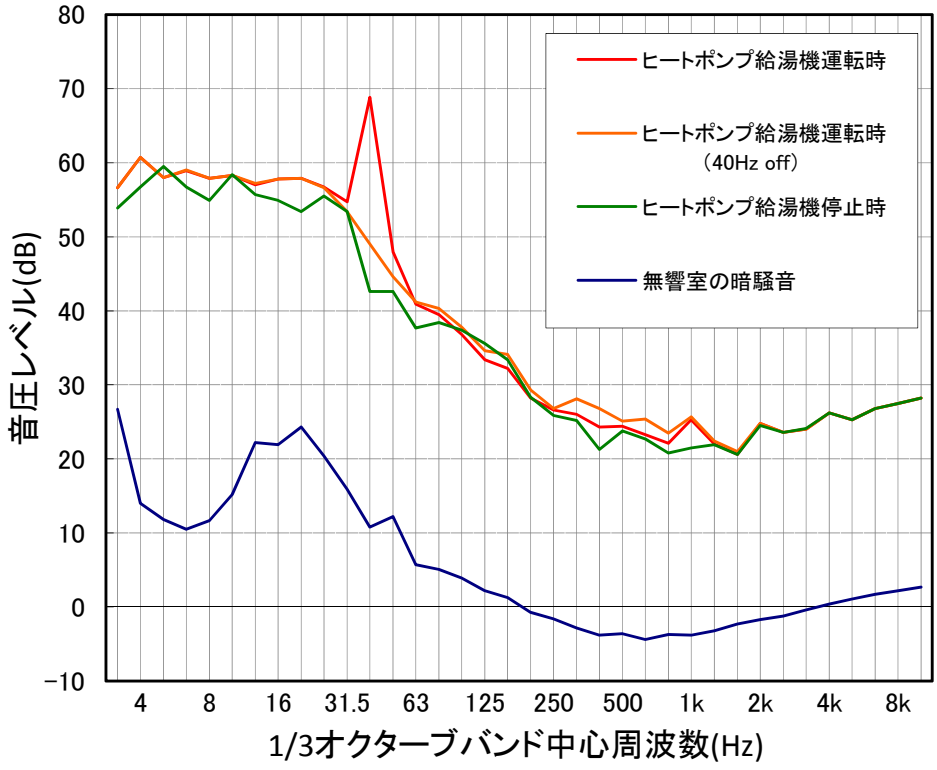
（１）測定の目的

この測定では、実際のヒートポンプ給湯機の運転音が含まれる生活環境音（本件事案のイ点で収録した音、４．２．１参照）を無響室環境で聴いてもらい、その運転音が他の生活環境音（ヒートポンプ給湯機の運転音が含まれない生活環境音）と比較して不快な特性があるのかを調査する目的で、寝室許容値（被験者が自分の寝室を想定した場合に、許容できる騒音レベル）の測定を行った。

（２）試験音

試験音は、深夜、ヒートポンプ給湯機が実際に運転しているときの隣家の住戸内で収録した音（ヒートポンプ給湯機運転時)、停止時の音（ヒートポンプ給湯機停止時)、及び運転時の音で特徴的な卓越周波数である40Hzのピークを信号処理で低減した音（ヒートポンプ給湯機運転時 40Hz off）の３種類として、これらの試験音に対して寝室許容値を求める測定を行った。これら３種類の試験音と無響室の暗騒音の周波数スペクトルを図2-9に示す。

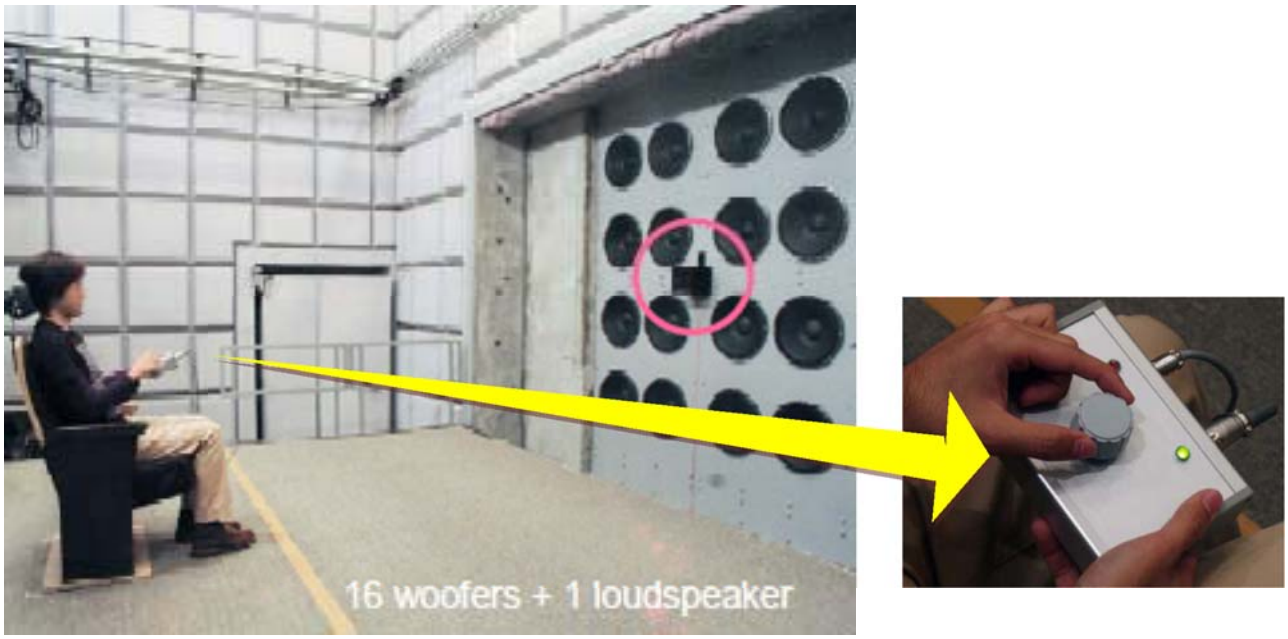
図 2-9　寝室許容値測定のための収録音の周波数スペクトル



（3）測定システム

この測定では、前節の閾値測定と同様に東京大学生産技術研究所の応用音響工学実験設備を利用した。閾値測定では、低周波の純音再生のために16台の低音用スピーカー（ウーファー）のみを使用したが、この測定ではそれらに加えて周波数８kHz までの音も再生する必要があるため、中・高音用スピーカーをウーファーセットの中心に設置した。

図 2-10　寝室許容値の測定の様子



（4）測定方法

測定方法として、被験者調整法[4]と呼ばれる方法を採用した。被験者調整法とは、被験者自身が、自分の寝室の音環境として許容できるレベルとなるように手元のボリューム調整用のダイヤルを回して音を調整することにより、許容値を測定する方法である。具体的には、小さい音（10dBA）から測定を開始して、被験者自身が許容できないレベルまで音を大きくしていく中で許容値を求める上昇系列での測定と、大きな音（40dBA）から測定を開始して、被験者自身が許容できるレベルになるように小さくしていく中で許容値を求める下降系列の測定を交互に各２回繰り返して、それらの平均値を寝室許容値とした。

[4] 犬飼幸男他「低周波音の聴覚閾値及び許容値に関する心理物理的実験-心身に係る苦情に関する参照値の基礎データ」，騒音制御 Vol.30，No.1(2006)，pp.61-70

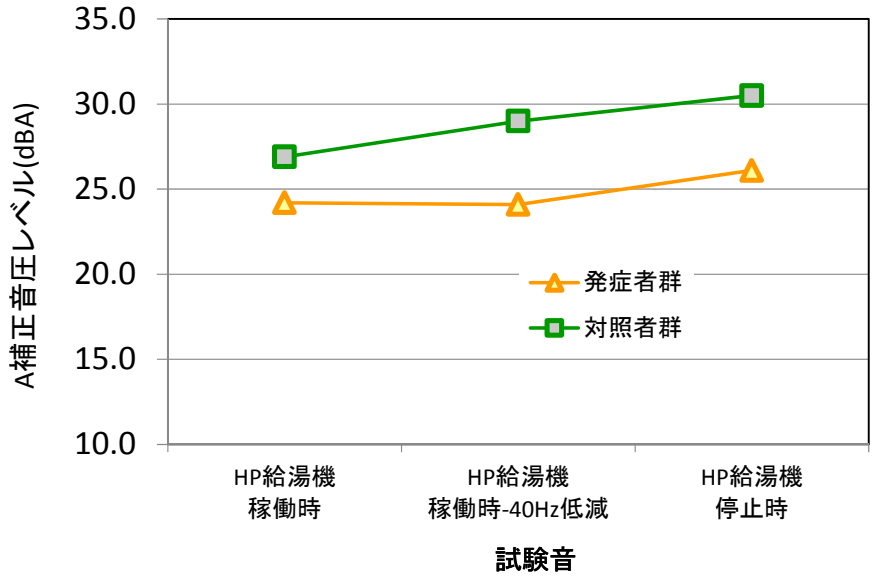
（５）測定結果

被験者10名中、発症者１名については、耳鳴りなどが原因で正しく実験が行えなかったため、発症者４名、対照者５名に対して、寝室許容値を測定した。その結果を表2-4、図2-11に示す。平均値でみると、寝室許容値は、ヒートポンプ給湯機が運転している状況では、運転していない状況よりも２～３dB低くなる結果となったが、ばらつきが大きいため有意な差があるとは断定できない。

表 2-4　発症者群と対照者群の寝室許容平均値の比較

試験音	寝室許容値平均値(dB)		寝室許容値標準偏差(dB)	
	発症者群	対照者群	発症者群	対照者群
HP給湯機 稼働時	24.2	26.9	7.47	8.38
HP給湯機 稼働時-40Hz低減	24.1	29.0	6.66	10.51
HP給湯機 停止時	26.1	30.5	6.89	9.71

図 2-11　発症者群と対照者群の寝室許容平均値の比較



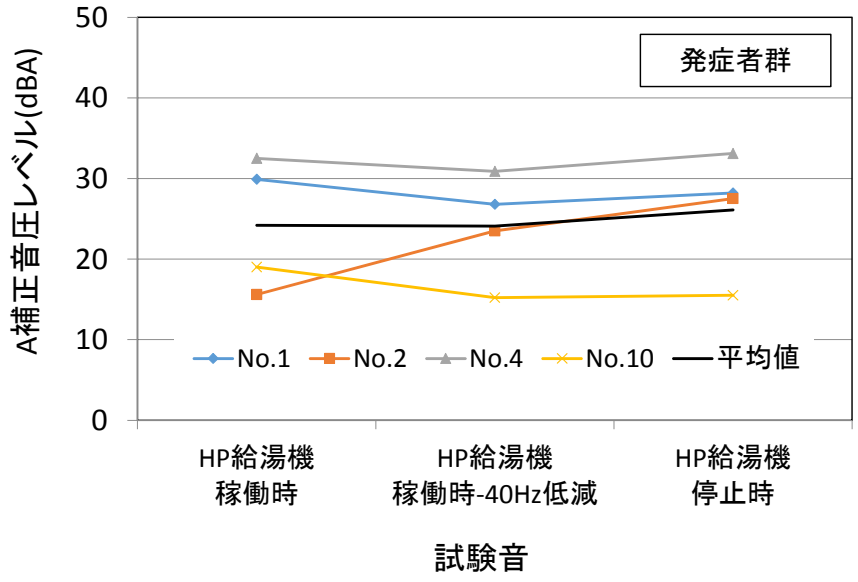
被験者ごとの測定結果詳細を図2-12に示す。寝室としての許容値は、およそ10dBから40dBまでの範囲で、両群とも個人によって大きなばらつきがみられる。以下、群別に結果を検討する。

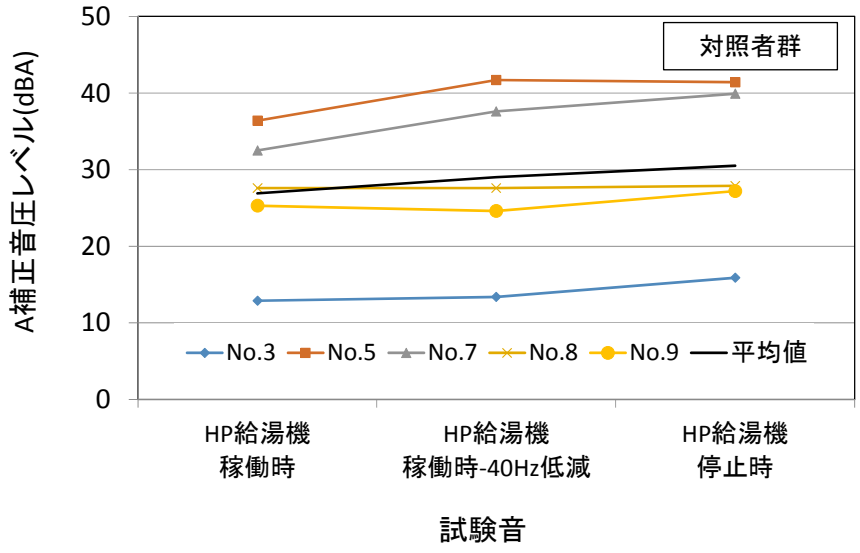
発症者群では、ヒートポンプ給湯機運転時の試験音に対する許容値が停止時の許容値より明らかに低い被験者が１名、両方で同程度の許容値である被験者が２名、運転時の許容

値が停止時の許容値より高い被験者が１名と、被験者の傾向にばらつきがみられた。

それに対して対照者群では、ヒートポンプ給湯機の運転時の許容値が停止時の許容値より低い被験者が４名、両方で同程度の許容値である被験者が１名と、ヒートポンプ給湯機の運転時の収録音の方が、より不快を感じる傾向がみられた。

図 2-12　被験者ごとの寝室許容値の測定結果（発症者群（上）、対照者群（下））





Ｓ２．７　モデル音に対する寝室許容値の測定

（１）測定の概要

収録音に対する寝室許容値の測定は、被験者が手元のダイヤルを操作し、試験音に含まれる低周波音を増減させ寝室許容値を決める方法であるが、試験音に含まれる低周波音を増減させると、背景の環境騒音も同時に変動してしまい、寝室許容値を正確に測定することができない。

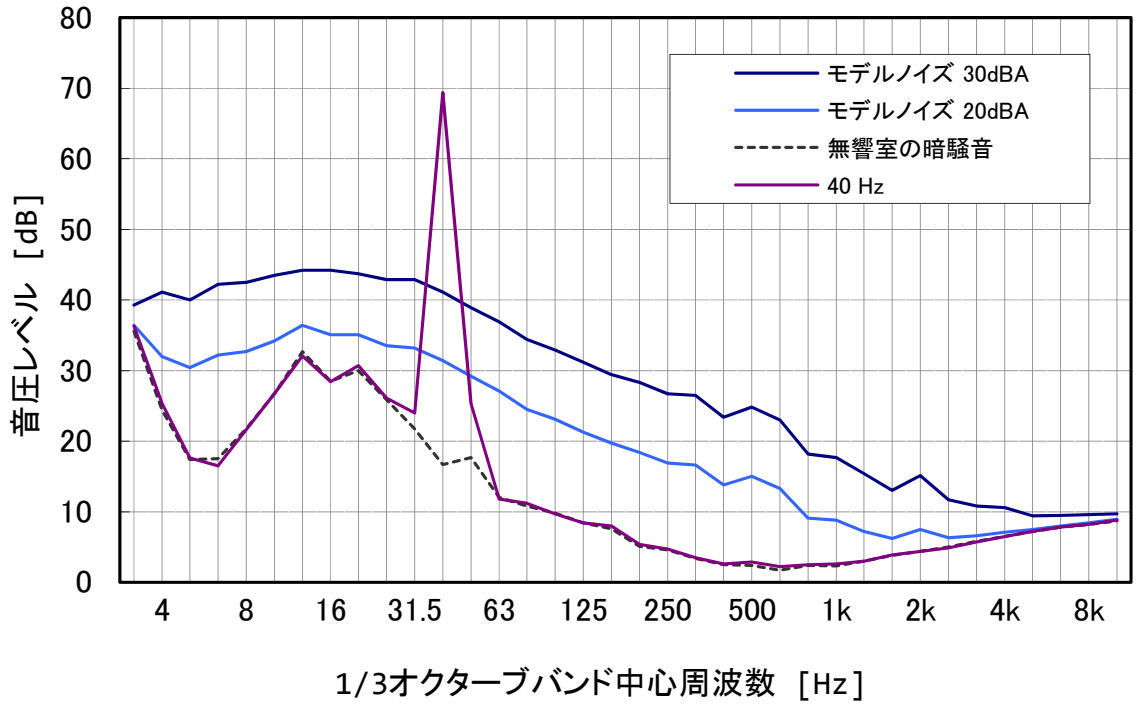
上述の問題を解決するために、寝室の環境騒音をランダムノイズで模擬した背景騒音と、ヒートポンプ給湯機の運転音を模擬した低周波の純音とを合成して作成したモデル音を使用して、寝室許容値を測定した。

モデル音を使うことにより、上述の問題は解決され、環境騒音の変動の影響を受けずに低周波音の音量を調整することが可能となった。

（２）試験音

試験音の背景騒音として、無響室の暗騒音、20dB、30dBの３レベルの背景騒音を使用した。また、ヒートポンプ給湯機の運転音成分として、40Hzの純音を利用して、それらを合成して試験音とした。図2-13に40Hzの純音（70dB）と合成した場合の1/3オクターブバンド分析結果を示す。

図 2-13　モデル音の 1/3 オクターブバンド分析結果



（３） 測定方法

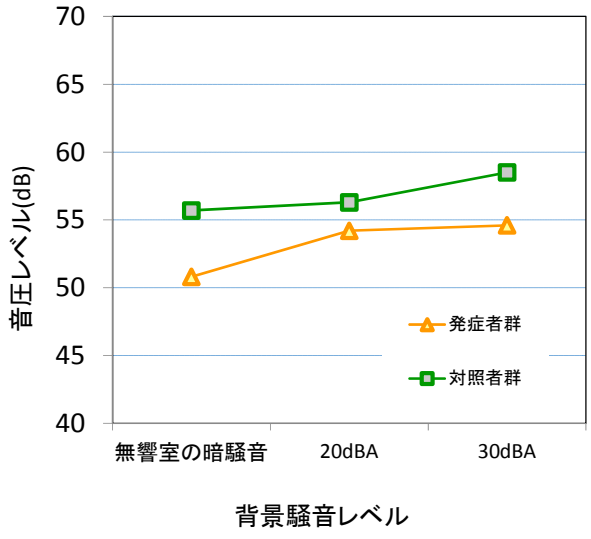
測定方法は、収録音の寝室許容値の測定と同様に、被験者調整法を採用した。被験者調整法は、前節で説明したように、被験者自身が、自分の寝室の音環境として許容できるレベルとなるように、手元のボリューム調整用ダイヤルを調整することにより、許容値を測定する方法である。

今回のモデル音での測定では、背景騒音のレベルは一定として、ヒートポンプ給湯機の運転音を模擬した40Hzの純音の音量のみを調整して寝室許容値を測定した。上昇系列の測定では、10dBの小さい40Hz純音から開始して被験者自身が許容できないレベルになるまで音を大きくする中で許容値を求める。下降系列の測定では、70dBの大きな40Hz純音から測定を開始して、被験者自身が許容できるレベルになるように小さくしていく中で許容値を測定する。これらの上昇系列と下降系列の測定を交互に各２回繰り返して、それらの平均値を寝室許容値とした。

（４）測定結果

被験者10名中、発症者１名については、耳鳴りなどが原因で正しく実験が行えなかったため、発症者４名、対照者５名に対して測定を行った。被験者が調整した値の平均値及び標準偏差を群別に整理した結果を図2-14に示す。図2-14に示した寝室許容値の平均値は、許容する40Hzの純音のレベルは背景騒音の強さに比例してやや増加する傾向があり、マスキングによる一定の効果があるものと考えられた。

図 2-14　寝室許容値の平均値の発症者群と対照者群との比較



実験結果の詳細を発症者群、対照者群に分けて表2-5、表2-6に示す。前節の結果と同様に、寝室として許容される40Hz純音のレベルには個人によって大きなばらつきがみられる。

表2-5、表2-6には、それぞれの被験者の40Hzにおける純音の聴覚閾値を示した。対照者群では寝室許容値から聴覚閾値を差し引いた値が、平均値で５～６dBであるのに対して、発症者群では寝室許容値と聴覚閾値の差が、平均で１dB以下となっており、発症者群では寝室許容値と聴覚閾値の差異が小さい傾向が推定された。この傾向は、犬飼の論文[5]で指摘されている傾向と同様であり、改めて今回の測定でも確認された。

なお、No.２、４、10の被験者において、聴覚閾値よりも低い寝室許容値が示されているが、この理由は明確ではない。

表 2-5　発症者群の被験者ごとの寝室許容値の測定結果

試験音の背景騒音レベル	寝室許容値(dB)					
	No.1 60歳代	No.2 60歳代	No.4 70歳代	No.6 70歳代	No.10 40歳代	平均値
無響室の暗騒音	62.4	45.5	50.6	－	44.6	50.8
20dBA	62.8	44.1	63	－	46.9	54.2
30dBA	64.5	45.7	50.6	－	44.4	54.6
聴覚閾値	60.8	46.6	64.4		50.0	

表 2-6　対照者群の被験者ごとの寝室許容値の測定結果

試験音の背景騒音レベル	寝室許容値(dB)					
	No.3 20歳代	No.5 80歳代	No.7 70歳代	No.8 40歳代	No.9 50歳代	平均値
無響室の暗騒音	46.5	71.1	48.2	53.0	60.0	55.7
20dBA	48.8	67.6	52.3	51.4	61.2	56.3
30dBA	49.0	69.5	60.0	51.5	62.4	58.5
聴覚閾値	43.3	64.8	－	53.4	49.0	

[5] 犬飼幸男「低周波音の心身に係る苦情に関する参照値の科学的知見Ⅰ」,騒音制御, Vol.30, No.1(2006) pp.29-35

Ｓ２．８　聴感調査結果のまとめ

（１）血圧の変化について

・聴感調査において、発症者群は対象者群に比べて、調査実施後の血圧の上昇が顕著である者が多かった

（２）聴覚閾値について

・低周波音領域において、発症者群が対照者群と異なる聴覚閾値を有することを示唆するような結果は認められなかった。
・発症者群と対照者群の双方において聴覚閾値の個人間のばらつきが大きかった。

（３）寝室許容値について

・発症者群においては、対象者群と比較して、寝室許容値と聴覚閾値との差が小さい傾向がうかがわれた。すなわち、発症者群は、知覚すると直ちに不快を感じることが示唆される。

参考資料３　アンケート調査

Ｓ３．１　調査の目的

調査の目的は以下の２点である。

①ヒートポンプ給湯機により何らかの症状を自覚している者と、何の症状も自覚していない者との間の環境要因及び個人要因における相違点の明確化。

②ヒートポンプ給湯機の設置により、何らかの症状を自覚する者の割合の推定。

Ｓ３．２　調査方法

調査は２つの方法で行った。１つは調査会社の登録モニターを対象としたインターネット上でのアンケート調査であり、もう１つは事故情報データバンクに登録されている事案に係る者、及び聴感調査に参加した者を対象とした調査票を用いたアンケート調査（郵送法）である。

インターネット調査の実施要領は下記のとおりである。

・パネル数：　2,276,719（平成26年２月21日時点）

・調査日程　　スクリーニング調査　平成26年２月21日～２月24日

　　本調査　　平成26年３月21日～３月24日

・スクリーニング調査

スクリーニング調査において、戸建てに住み、隣家がヒートポンプ給湯機を設置しており、かつ、自宅にヒートポンプ給湯機を設置していないと回答した方の中から、「健康影響あり」とする150名と、「気にならない」かつ「健康影響なし」とする150名を、年齢を両群の年齢構成がほぼ等しくなるように調整した上で無作為に抽出し、それぞれに対し調査票をインターネットで配布し、いずれも100名分の回収を得た時点で終了とした。

調査票調査の実施要領は下記のとおりである。

・対象者：　事故情報データバンク　15名（うち13名が健康影響の申出者）

　　聴感調査参加者　10名（８名が健康影響の申出者）

・調査日程　平成26年２月24日～４月29日

Ｓ３．３　調査結果

（1）インターネット調査

①スクリーニング調査

インターネット調査でのスクリーニング調査結果の概要を以下に示す。

自宅のヒートポンプ給湯機の騒音が「非常に気になる」者の割合は1.9%であった。それに対して、隣家のヒートポンプ給湯機の騒音が「非常に気になる」者の割合は4.3%と高く、さらに自宅にヒートポンプ給湯機がなく隣家のヒートポンプ給湯機の騒音が「非常に気になる」者の割合は6.6%と最も高かった。

一方、エアコンについては、自宅のエアコンの騒音が「非常に気になる」者の割合は3.5%、隣家のエアコンの騒音が「非常に気になる」者の割合は3.7%であり、自宅と隣家のエアコンの騒音について気になる程度はほとんど同じであった。

スクリーニング調査結果の概要

・回答数　350,036　　男性 208,527名,女性 141,509名、40歳代が最多
　　戸建て 201,081名、戸建て以外 148,955名
・自宅にヒートポンプ給湯機の設置を認識している者　35,255名
・隣家にヒートポンプ給湯機の設置を認識している者　8,197名
・自宅のヒートポンプ給湯機の騒音が「非常に気になる」者　695名（1.9%）
・隣家のヒートポンプ給湯機の騒音が「非常に気になる」者　354名（4.3%）
　　自宅にヒートポンプ給湯機なし（3,137人）の場合　206名（6.6%）
・自宅にエアコンの設置を認識している者　312,061名
・隣家にエアコンの設置を認識している者　113,111名
・自宅のエアコンの騒音が「非常に気になる」者　11,070名（3.5%）
・隣家のエアコンの騒音が「非常に気になる」者　4,150名（3.7%）

②本調査

戸建てに住み、隣家がヒートポンプ給湯機を設置しており、かつ、自宅にヒートポンプ給湯機を設置していない、と回答した方の中から、「健康影響あり」とする150名と、「気にならない」かつ「健康影響なし」とする150名を、年齢をコントロールした上で無作為に抽出し、それぞれに対し調査票を、インターネット経由で配布し、いずれも100名分の回収を得た時点で終了とした。

質問項目ごとの比較を表3-1にまとめた。

（2）「健康影響あり」群と「健康影響なし」群との比較

「健康影響あり」群と「健康影響なし」群との間で、各質問に対する回答分布を比較すると、

①居住地域（「住宅地域」に住んでいる者の割合が「健康影響あり」群で高い。）。

②設置場所（「自宅に近い」者の割合が「健康影響あり」群で高い。）。

③音漏れに対する反応（「とても気になる」者の割合が「健康影響あり」群で高い。）。

等の項目で有意（有意水準５％。以下同じ。）な差がみられた。

他方、住居の構造（木造、鉄筋コンクリート造等）や周辺の静寂度といった項目では有意な差は認められなかった。

なお、疾病の発現に元々の気質や性格が影響したり、逆に疾病の罹病が性格や心理に影響したりすることは十二指腸潰瘍や気管支喘息等、多くの疾病で気質が影響していると考えられている。低周波音を含む騒音曝露による健康に関する訴えの主たるものは不眠とイライラ感（アノイアンス）というものであり、その訴えと気質・性格とが関連している可能性があるとの議論がある。本アンケート調査の主たる目的は、健康症状を訴える場合には、どのような要因が寄与するのかを調べることであり、心理・性格テストを組み込むこととした。

広く用いられている「改訂精研式パーソナリティ・インベントリィ」[6]の50の設問をインターネットアンケート票の質問項目とし、得られた回答の評価は「精研式パーソナリティ・インベントリィの手引き」（佐藤勝男ら、金子書房　1997）に準拠した。このテストで用いられる性格類型は、一般に精神医学、心理学で採用されているクレッチマーの提唱した３類型（分裂性気質（Ｓ）、循環性気質（Ｚ）、粘着性気質（Ｅ））に加えて、ヒステリー（Ｈ）、及び神経質（Ｎ）の２類型を加えた５類型[7]である。

その結果、２群とも８割程度がいずれの気質にも分類されなかった。分裂気質では、健康影響あり群が４名、なし群が10名、循環気質では、健康影響あり３名、なし群が２名等となったが、いずれの気質においても２群において有意な差は認められなかった。このよ

---

[6] 改訂精研式パーソナリティ・インベントリィとは、精神医学的性格類型に基づいて日本で開発された質問紙法による性格テストであり、性格の傾向を比較的簡便に把握できることから広く用いられてきた。

[7] ５つの性格類型の名称は、「改訂精研式パーソナリティ・インベントリィ」において用いられている名称をそのまま使用した。すなわち、これら５つの名称は精神医学・心理学上の用語であって、一般的に用いられる意味・用法とは異なる。

５つの性格類型は、誰でも多かれ少なかれこれらの要素を入り混じって持っている。これらの要素がおおむね均等に混じればどの性格類型にも分類されないことになり、ある人が、どれか特定の類型の要素を相対的に強く持っている場合には、その性格類型に分類されることになる。つまりある人がある性格類型に分類されることは、その類型の要素が相対的に強いことを意味するだけであり、それが正常・異常を意味する訳ではない。

うに、今回の結果からは、個人の気質と健康影響発現との間に関連は認められなかった。

（３）「健康影響あり」群への調査

「健康影響あり」群への調査からは、次のような点が挙げられ、これらは、４．１の聞取り調査における傾向とおおむね一致するものであった。

- 生活への支障については、「かなりある」、「非常にある」と回答した者が25%、「少しある」が64%、「ほとんどない」が11%であった。
- 健康影響の発生時期については設置直後が39%、数か月後が38%となっており、設置からあまり時間をおかずに影響が発生している。
- 症状の強い部屋としては77%が「寝室」と回答している。
- 家族の有症状者の有無については、「あり」との回答が44%にとどまった（「なし」との回答は52%）。

表 3-1　質問項目ごとの比較

	健康影響あり (n=100)	健康影響なし (n=100)	p値 注1
年齢（歳）　（平均年齢，範囲）	46.8 （20-78）	45.9 (21-85)	0.59
性別（%男性）	66	63	0.66
Q1.居住地域　（%住宅地域）	94	83	0.008
Q2.住居構造（%木造）	73	82	0.10
Q3.周辺静寂度（%とても静か）	36	47	0.15
Q4.隣家ヒートポンプ給湯機設置時期（%一年以内）	30	11	<0.001
Q5.隣家ヒートポンプ給湯機距離（%「目の前」）	42	25	<0.001
Q6.現在の健康状態（%あまりよくない＋よくない）	34	12	<0.001
Q7.疾病の有無	34	28	0.36
アレルギー疾患	11	3	
うつ病	7	4	
耳の病気	6	1	
胃腸の病気	9	2	
Q8.最近の体調（%自覚症状あり）	34	14	<0.001
頭痛	14	4	
めまい	11	0	
だるさ	15	3	
手足のしびれ	8	1	
不眠	11	0	
Q9. 健康への気遣い	74	60	0.06
Q10.喫煙（%喫煙者）	18	22	0.37
Q11.飲酒（%毎日＋ときどき）	65	53	0.59
Q12.音もれに対する反応（%「とても気になる」）	29	18	0.005
Q13.臭いに対する反応（%「とても気になる」）	45	32	0.07
Q15.生活への支障度	かなりある18，非常にある7	N.A.	
Q17.影響発生時期	設置直後39，数ヵ月後38	N.A.	
Q18.症状の増減	変化なし58，増強24	N.A.	
Q19.日内変動	夜間75，一日中15	N.A.	
Q20.季節変動	関係なし59，主に冬17，主に夏16	N.A.	
Q21.症状の強い部屋	寝室77，居間16	N.A.	
Q22.稼動音の感知	よく聞こえる62 ときどき34	N.A.	
Q24.家族の有症状者の有無	44	N.A.	
Q25～74 改訂精研式パーソナリティ 分裂気質(S)	4	10	0.47
循環気質(Z)	3	2	
粘着気質(E)	7	5	
ヒステリー(H)	3	1	
神経質(N)	6	8	
いずれにも分類されず	81	78	

注1 ロジスティック回帰分析による。
注2 アミガケ部分は有意水準5%で有意であった項目を示している。

（4）紙媒体のアンケート調査

インターネット調査と紙媒体のアンケート調査と比較したところ、ほぼ同様の傾向であった（表3-2参照）。

表 3-2　インターネットと紙媒体によるアンケート調査結果の比較

	インターネット調査		紙ベース調査	
	影響あり（n=100）	影響なし（n=100）	影響あり（n=28）	影響なし（n=6）
設置時期（1年以内に設置）	30%	11%	7%	17%
距離（2m以内）	42%	25%	32%	0%
健康（あまりよくない＋よくない）	34%	14%	43%	17%
健康に気を遣う	74%	60%	82%	67%
音（とても気になる）	29%	18%	21%	0%
におい（とても気になる）	45%	32%	32%	17%
分裂気質(S)	4%	10%	4%	0%
循環気質(Z)	3%	2%	0%	0%
粘着気質(E)	7%	5%	0%	17%
ヒステリー(H)	3%	1%	4%	33%
神経質(N)	6%	8%	7%	0%
いずれにも分類されず	81%	78%	89%	67%